



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 07 807 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 197 07 807.9  
㉔ Anmeldetag: 27. 2. 97  
㉕ Offenlegungstag: 3. 9. 98

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**C 09 K 19/06**  
C 07 C 13/28  
C 07 C 69/753  
C 07 C 69/76  
C 07 C 255/50  
C 07 C 255/55  
C 07 C 25/18  
C 07 C 43/225  
C 07 D 319/06  
G 02 F 1/137  
G 09 F 9/35

DE 197 07 807 A 1

// C09K 19/30,19/12, 19/20,19/34,19/14

㉚ Anmelder:  
Merck Patent GmbH, 64293 Darmstadt, DE

㉚ Erfinder:  
Tarumi, Kazuaki, Dr., 64342 Seeheim-Jugenheim,  
DE; Reiffenrath, Volker, 64380 Roßdorf, DE; Beyer,  
Andreas, 63452 Hanau, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

- ⑤④ Elektrooptische Flüssigkristallanzeige
- ⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine elektrooptische Flüssigkristallanzeige mit einer Umorientierungsschicht zur Umorientierung der Flüssigkristalle, deren Feld eine signifikante Komponente parallel zur Flüssigkristallschicht aufweist, enthaltend ein flüssigkristallines Medium mit positiver dielektrischer Anisotropie, wobei das Medium je mindestens eine mesogene Verbindung und mindestens eine Bisalkenylverbindung der Formel I\* aufweist.

DE 197 07 807 A 1

Die Erfindung betrifft eine elektrooptische Flüssigkristallanzeige mit einer Umorientierungsschicht zur Umorientierung der Flüssigkristalle, deren Feld eine signifikante Komponente parallel zur Flüssigkristallschicht aufweist, enthaltend ein flüssigkristallines Medium mit positiver dielektrischer Anisotropie, wobei das Medium mindestens eine mesogene Verbindung enthält, welche eine 3,4,5-Trifluorphenylgruppe aufweist und mindestens eine Bisalkenylverbindung der Formel I\* aufweist.

In herkömmlichen Flüssigkristallanzeigen (TN, STN, OMI, AMD-TN) werden die elektrischen Felder zur Umorientierung im wesentlichen senkrecht zur Flüssigkristallschicht erzeugt.

In der internationalen Patentanmeldung WO 91/10936 wird eine Flüssigkristallanzeige offenbart, in der die elektrischen Signale so erzeugt werden, daß die elektrischen Felder eine signifikante Komponente parallel zur Flüssigkristallschicht aufweisen (IPS, In-Plane-Switching). Die Prinzipien, solch eine Anzeige zu betreiben, werden z. B. beschrieben von R.A. Soref in Journal of Applied Physics, Vol. 45, Nr. 12, S. 5466-5468(1974).

In der EP 0 588 568 werden verschiedene Möglichkeiten zum Ansteuern solch einer Anzeige offenbart.

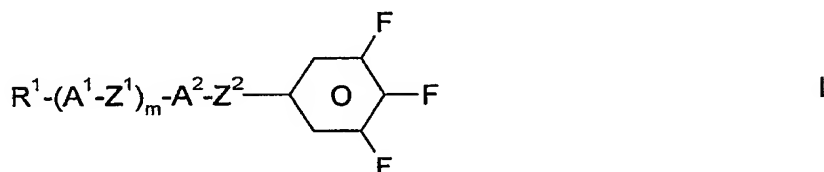
Diese IPS-Anzeigen können mit flüssigkristallinen Materialien entweder mit einer positiven oder mit einer negativen Dielektrizitätsanisotropie ( $\Delta\epsilon \neq 0$ ) betrieben werden. Mit den bisher bekannten Materialien werden in IPS-Anzeigen jedoch relativ hohe Schwellspannungen und lange Schaltzeiten erzielt. Außerdem kann bei IPS-Anzeigen mit bisher bekannten Materialien das Problem der Kristallisation des Flüssigkristallmediums bei tiefen Temperaturen auftreten. Es bestand daher die Aufgabe, flüssigkristalline Materialien aufzuzeigen die geeignet sind, bei IPS-Anzeigen relativ niedrige Schwellspannungen und kurze Schaltzeiten zu erzielen und die insbesondere eine verbesserte Tieftemperatur-Lagerstabilität aufweisen.

Diese Aufgabe wurde überraschenderweise gelöst durch Einsatz von flüssigkristallinen Materialien, welche mindestens eine Verbindung der Formel I, die eine 3,4,5-Trifluorphenylgruppe aufweist, und mindestens eine Verbindung der Formel I\* enthält.

Verbindungen der Formel I sind z. B. bekannt aus der EP 0 387 032 und der EP 0 441 932. Verbindungen der Formel I\* werden von der breiten generischen Formel in der EP 0 168 683 umfaßt.

Es gibt in den oben genannten Dokumenten jedoch keinen Hinweis, daß man mit Hilfe dieser Substanzen die Schwellspannungen und die Schaltzeiten von IPS-Anzeigen verbessern kann. Die erfindungsgemäßen IPS-Mischungen zeichnen sich durch ihre relativ hohen Klärpunkte und die niedrigen Werte für die Rotationsviskosität sowie ihre erhöhte Stabilität gegenüber Kristallisation bei tiefen Temperaturen aus.

Gegenstand der Erfindung ist somit eine elektrooptische Flüssigkristallanzeige mit einer Umorientierungsschicht zur Umorientierung der Flüssigkristalle, deren Feld eine signifikante Komponente parallel zur Flüssigkristallschicht aufweist, enthaltend ein flüssigkristallines Medium mit positiver dielektrischer Anisotropie, wobei das Medium mindestens eine Verbindung der Formel I aufweist,



worin

$R^1$  H, einen unsubstituierten, einen einfach durch CN oder  $\text{CF}_3$  oder einen mindestens einfach durch Halogen substituierten Alkyl- oder Alkenylrest mit 1 bis 15 C-Atomen, wobei in diesen Resten auch eine oder mehrere  $\text{CH}_2$ -Gruppen jeweils unabhängig voneinander durch -O-, -S-, -CO-, -CO-O-, -O-CO- oder -O-CO-O- so ersetzt sein können, daß O-Atome nicht direkt miteinander verknüpft sind,

$A^1$  und  $A^2$  jeweils unabhängig voneinander einen

(a) trans-1,4-Cyclohexylenrest oder 1,4-Cyclohexenylrest, worin auch eine oder mehrere nicht benachbarte  $\text{CH}_2$ -Gruppen durch -O- und/oder -S-ersetzt sein können,

(b) 1,4-Phenylenelement, worin auch eine oder zwei  $\text{CH}$ -Gruppen durch N ersetzt sein können,

(c) Rest aus der Gruppe 1,4-Bicyclo(2,2,2)-octylen, Piperidin-1,4-diyl, Naphthalin-2,6-diyl, Decahydronaphthalin-2,6-diyl und 1,2,3,4-Tetrahydronaphthalin-2,6-diyl,

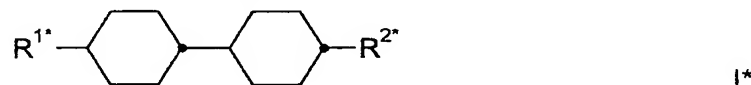
wobei die Reste (a) und (b) durch ein oder zwei Fluor substituiert sein können,

$Z^1$  und  $Z^2$  jeweils unabhängig voneinander -CO-O-, -O-CO-,  $\text{CH}_2\text{O}$ -,  $\text{OCH}_2$ -,  $\text{CH}_2\text{CH}_2$ -,  $\text{CH}=\text{CH}$ -,  $\text{C}\equiv\text{C}$ - oder eine Einfachbindung, einer der Reste  $Z^1$  und  $Z^2$  auch  $-(\text{CH}_2)_4$ - oder  $-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{CH}_2$ -, und

m 0, 1 oder 2

bedeutet,

und mindestens eine Verbindung der Formel I\*,



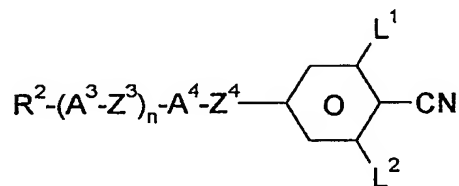
worin

$R^{1*}$  und  $R^{2*}$  jeweils unabhängig voneinander 1E-Alkenyl oder 3E-Alkenyl mit 2-7 C-Atomen

bedeuten.

Bevorzugte Ausführungsformen sind IPS-Anzeigen, wobei

- das Medium zusätzlich mindestens eine Verbindung der Formel II,



II

worin

L¹ und L² jeweils unabhängig voneinander H oder F bedeuten,

R² die für R¹ angegebene Bedeutung aufweist,

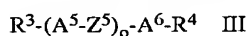
A³ und A⁴ jeweils unabhängig die für A¹ und A² angegebene Bedeutung besitzen,

Z³ und Z⁴ jeweils unabhängig voneinander die für Z¹ und Z² angegebene Bedeutung aufweisen, und

n 0, 1 oder 2 ist,

enthält;

- das Medium zusätzlich mindestens eine Verbindung der Formel III,



worin

R³ und R⁴ jeweils unabhängig voneinander die für R¹ angegebene Bedeutung besitzen,

A⁵ und A⁶ jeweils unabhängig die für A¹ und A² angegebene Bedeutung besitzen,

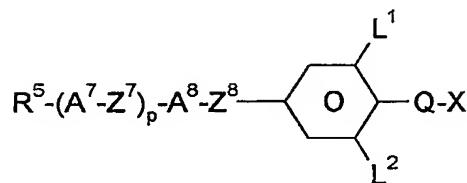
Z⁵ jeweils unabhängig voneinander die für Z¹ und Z² angegebene Bedeutung aufweist, und

o 1, 2 oder 3

bedeuten,

enthält;

- das Medium zusätzlich mindestens eine Verbindung der Formel IV,



IV

worin

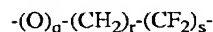
R⁵ die für R¹ angegebene Bedeutung aufweist,

A⁷ und A⁸ jeweils unabhängig voneinander die für A¹ und A² angegebene Bedeutung besitzen,

Z⁷ und Z⁸ jeweils unabhängig voneinander die für Z¹ und Z² angegebene Bedeutung besitzen,

L¹ und L² jeweils unabhängig voneinander H oder F,

Q einen Polyfluoralkylenrest der Formel



worin

q 0 oder 1 ist

r 0, oder eine ganze Zahl zwischen 1 und 6 ist und

s eine ganze Zahl zwischen 1 und 6 ist,

X H, F oder Cl, und

p 0, 1 oder 2

bedeuten,

enthält.

Weiterhin bevorzugt ist eine IPS-Anzeige, wobei die Bildelemente mittels Aktivmatrix angesteuert werden.

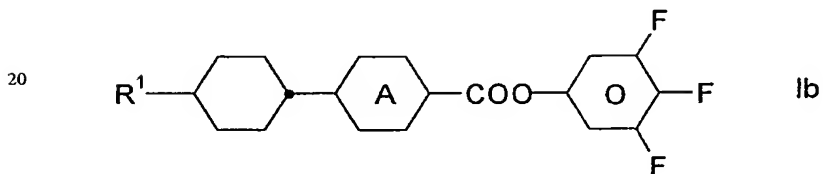
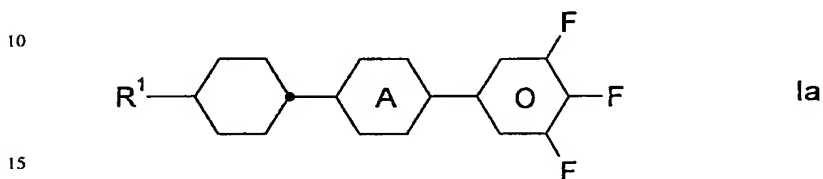
Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein flüssigkristallines Medium mit positiver dielektrischer Anisotropie, welches mindestens eine Verbindung der Formel I und mindestens eine Verbindung mit der Formel I\* enthält, insbesondere

- 10 bis 60, vorzugsweise 30 bis 60 Gew.-% mindestens einer Verbindung der Formel I,
- 5 bis 40, vorzugsweise 10 bis 25 Gew.-% mindestens einer Verbindung der Formel I\*,
- 0 bis 40, vorzugsweise 0 bis 25 Gew.-% mindestens einer Verbindung der Formel II

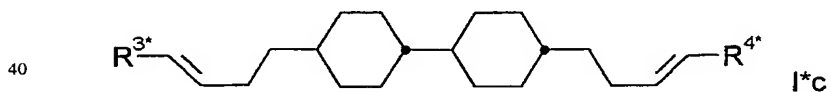
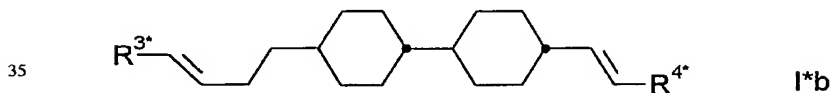
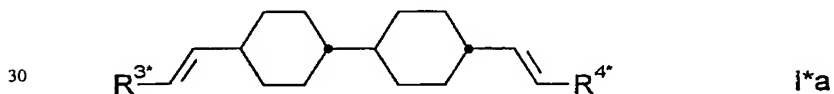
- 0 bis 30, vorzugsweise 0 bis 15 Gew.-% mindestens einer Verbindung der Formel III, und
- 5 bis 50, vorzugsweise 10 bis 30 Gew.-% einer Verbindung der Formel IV, enthält.

5 Vorzugsweise enthält das erfindungsgemäße flüssigkristalline Medium:

- mindestens eine Verbindung ausgewählt aus den Formeln Ia und/oder Ib:



- mindestens eine Verbindung ausgewählt aus den Formeln I\*a bis I\*c



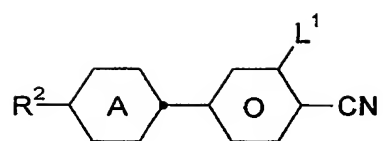
wobei

R³\* und R⁴\* jeweils unabhängig voneinander H, CH₃, C₂H₅ oder n-C₃H₇ bedeuten.

45 Bevorzugte Verbindungen sind Verbindungen der Formel I\*a sowie Verbindungen, worin R³\* und R⁴\* H, CH₃ oder C₂H₅ bedeuten.

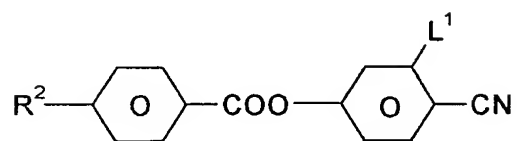
Weiterhin bevorzugt sind Verbindungen der Formeln I\*a und I\*c, worin R³\* und R⁴\* die gleiche Bedeutung haben,

- mindestens eine Verbindung ausgewählt aus den Formeln IIa bis IId



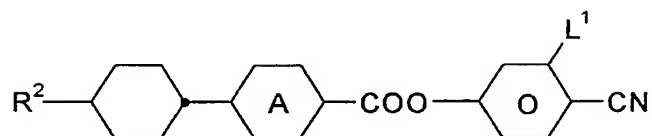
IIa

5



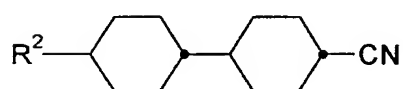
IIb

10



IIc

15

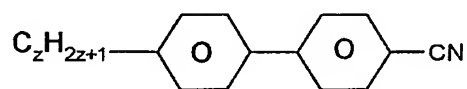


IIId

20

– in einer besonders bevorzugten Form mindestens eine Verbindung der Formel IIa1

25



IIa1

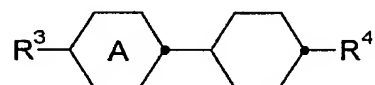
30

worin

z 1–12 bedeutet,

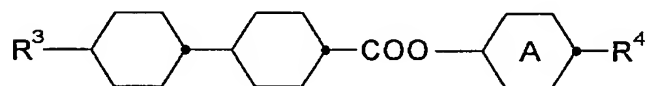
– mindestens eine Verbindung ausgewählt aus den Formeln IIIa, IIIb und IIIc,

35



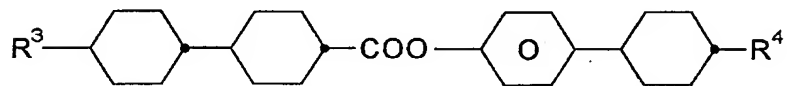
IIIa

40



IIIb

45



IIIc

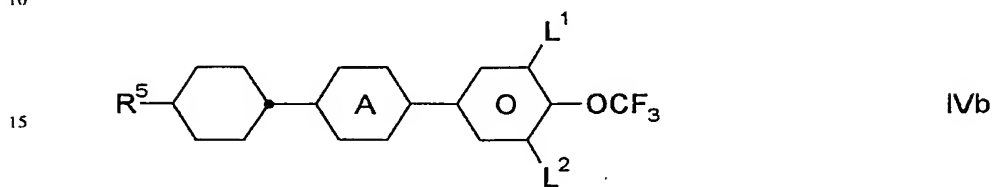
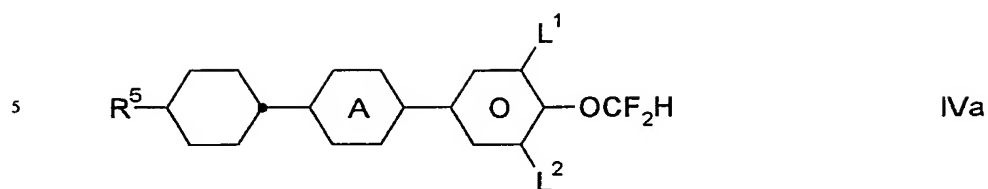
50

– gegebenenfalls mindestens eine Verbindung ausgewählt aus den Formeln IVa und IVb,

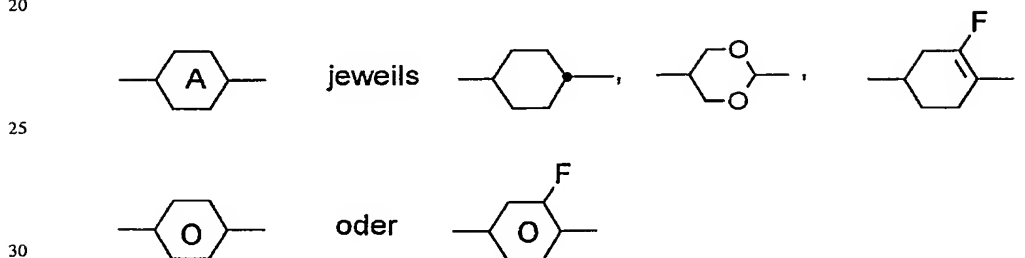
55

60

65

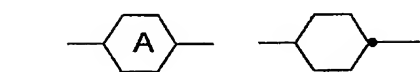


15 worin



bedeutet, und  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$ ,  $R^4$ ,  $R^5$ ,  $L^1$  und  $L^2$  die jeweils angegebene Bedeutung besitzen.

35 In einer besonders bevorzugten Ausführungsform enthalten die erfindungsgemäßen Medien mindestens eine Verbindung der Formel Ia, worin



bedeutet,  
und mindestens eine Verbindung der Formel I\*a und/oder I\*c.

45 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform enthalten die erfindungsgemäßen Medien mindestens eine Verbindung der Formel Ia und mindestens eine Verbindung der Formel Ib und eine Verbindung der Formel I\* vorzugsweise I\*a, I\*b oder I\*c.

Die erfindungsgemäßen flüssigkristallinen Medien weisen in der Regel eine Doppelbrechung ( $\Delta n$ ) < 0,12 auf, vorzugsweise ist  $\Delta n$  zwischen 0,05 und 0,11, insbesondere zwischen 0,07 und 0,10.

50 Die Fließviskosität (bei 20°C) der erfindungsgemäßen Mischungen ist in der Regel kleiner als  $30 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ , insbesondere zwischen 15 und  $25 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ . Der spezifische Widerstand der erfindungsgemäßen Materialien ist in der Regel bei 20°C zwischen  $5 \times 10^{10}$  und  $5 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ , besonders bevorzugt liegen die Werte zwischen  $5 \times 10^{11}$  und  $5 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ . Die Rotationsviskosität der erfindungsgemäßen Mischungen ist in der Regel bei 20°C kleiner als  $150 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ , insbesondere zwischen 50 und  $100 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ .

55 Es wurde gefunden, daß bereits ein relativ geringer Anteil an Verbindungen der Formel I\* und I im Gemisch mit üblichen Flüssigkristallmaterialien, insbesondere jedoch mit einer oder mehreren Verbindungen der Formel II, III und/oder IV zu einer beträchtlichen Erniedrigung der Schwellspannung, zu günstigen Werten für die Rotationsviskosität  $\gamma_1$  und zu schnellen Schaltzeiten führen, wobei gleichzeitig breite nematische Phasen mit tiefen Übergangstemperaturen smek-tisch-nematisch beobachtet werden. Die Verbindungen der Formeln I\*, I bis IV sind farblos, stabil und untereinander und mit anderen Flüssigkristallmaterialien gut mischbar.

60 Der Ausdruck "Alkyl" umfaßt geradkettige und verzweigte Alkylgruppen mit 1–7 Kohlenstoffatomen, insbesondere die geradkettigen Gruppen Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl, Pentyl, Hexyl und Heptyl. Gruppen mit 2–5 Kohlenstoffatomen sind im allgemeinen bevorzugt.

65 Der Ausdruck "Alkenyl" umfaßt geradkettige und verzweigte Alkenylgruppen mit 2–7 Kohlenstoffatomen, insbesondere die geradkettigen Gruppen. Besonders Alkenylgruppen sind  $\text{C}_2\text{-C}_7\text{-1E-Alkenyl}$ ,  $\text{C}_4\text{-C}_7\text{-3E-Alkenyl}$ ,  $\text{C}_5\text{-C}_7\text{-4-Alkenyl}$ ,  $\text{C}_6\text{-C}_7\text{-5-Alkenyl}$  und  $\text{C}_7\text{-6-Alkenyl}$ , insbesondere  $\text{C}_2\text{-C}_7\text{-1E-Alkenyl}$ ,  $\text{C}_4\text{-C}_7\text{-3E-Alkenyl}$  und  $\text{C}_5\text{-C}_7\text{-4-Alkenyl}$ . Beispiele bevorzugter Alkenylgruppen sind Vinyl, 1E-Propenyl, 1E-Butenyl, 1E-Pentenyl, 1E-Hexenyl, 1E-Heptenyl, 3E-Butenyl, 3E-Pentenyl, 3E-Hexenyl, 3E-Heptenyl, 4-Pentenyl, 4Z-Hexenyl, 4E-Hexenyl, 4Z-Heptenyl, 5-Hexenyl, 6-Heptenyl und dergleichen. Gruppen mit bis zu 5 Kohlenstoffatomen sind im allgemeinen bevorzugt.

Der Ausdruck "Fluoralkyl" umfaßt vorzugsweise geradkettige Gruppen mit endständigen Fluor, d. h. Fluormethyl, 2-

Fluorethyl, 3-Fluorpropyl, 4-Fluorbutyl, 5-Fluorpentyl, 6-Fluorhexyl und 7-Fluorheptyl. Andere Positionen des Fluors sind jedoch nicht ausgeschlossen.

Der Ausdruck "Oxaalkyl" umfaßt vorzugsweise geradkettige Reste der Formel  $C_nH_{2n+1}-O-(CH_2)_m$ , worin n und m jeweils unabhängig voneinander 1 bis 6 bedeuten. Vorzugsweise ist  $n = 1$  und  $m$  1 bis 6.

Durch geeignete Wahl der Bedeutungen von  $R^1$  bis  $R^5$  können die Ansprechzeiten, die Schwellenspannung, die Steilheit der Transmissionskennlinien etc. in gewünschter Weise modifiziert werden. Beispielsweise führen 1E-Alkenylreste, 3E-Alkenylreste, 2E-Alkenyloxyreste und dergleichen in der Regel zu kürzeren Ansprechzeiten, verbesserten nematischen Tendenzen und einem höheren Verhältnis der elastischen Konstanten  $k_{33}$  (bend) und  $k_{11}$  (splay) im Vergleich zu Alkyl- bzw. Alkoxyresten. 4-Alkenylreste, 3-Alkenylreste und dergleichen ergeben im allgemeinen tiefere Schwellenspannungen und kleinere Werte von  $k_{33}/k_{11}$  im Vergleich zu Alkyl- und Alkoxyresten.

Eine Gruppe  $-CH_2CH_2-$  in  $Z^1, Z^2, Z^3, Z^4, Z^5, Z^7$  bzw.  $Z^8$  führt im allgemeinen zu höheren Werten von  $k_{33}/k_{11}$  im Vergleich zu einer einfachen Kovalenzbindung. Höhere Werte von  $k_{33}/k_{11}$  ermöglichen z. B. flachere Transmissionskennlinien in TN-Zellen mit  $90^\circ$  Verdrehung (zur Erzielung von Grautönen) und steilere Transmissionskennlinien in STN-, SBE- und OMI-Zellen (höhere Multiplexierbarkeit) und umgekehrt.

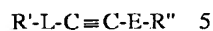
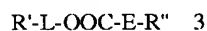
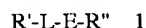
Das optimale Mengenverhältnis der Verbindungen der Formeln I\*, I und II + III + IV hängt weitgehend von den gewünschten Eigenschaften, von der Wahl der Komponenten der Formeln I\*, I II, III und/oder IV und von der Wahl weiterer gegebenenfalls vorhandener Komponenten ab. Geeignete Mengenverhältnisse innerhalb des oben angegebenen Bereichs können von Fall zu Fall leicht ermittelt werden.

Die Gesamtmenge an Verbindungen der Formeln I\*, I bis IV in den erfindungsgemäßen Gemischen ist nicht kritisch. Vorzugsweise bestehen die Mischungen aus 50–90 Gew.-% an Verbindungen der Formeln I, I\* und IV. Die Gemische können auch eine oder mehrere weitere Komponenten enthalten zwecks Optimierung verschiedener Eigenschaften. Der beobachtete Effekt auf die Ansprechzeiten und die Schwellenspannung ist jedoch in der Regel umso größer je höher die Gesamtkonzentration an Verbindungen der Formeln I\*, I und IV ist.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform enthalten die erfindungsgemäßen Medien Verbindungen der Formel IV, worin Q-X OCF<sub>3</sub> oder OCHF<sub>2</sub> bedeutet. Eine günstige synergistische Wirkung mit den Verbindungen der Formel I\*, I und II führt zu besonders vorteilhaften Eigenschaften.

Die erfindungsgemäßen flüssigkristallinen Medien enthalten vorzugsweise neben einer oder mehreren Verbindungen der Formeln I\*, I, II, III und IV als weitere Bestandteile 2 bis 40, insbesondere 4 bis 30 Komponenten. Ganz besonders bevorzugt enthalten diese Medien neben einer oder mehreren erfindungsgemäßen Verbindungen 7 bis 25 Komponenten. Diese weiteren Bestandteile werden vorzugsweise ausgewählt aus nematischen oder nematogenen (monotropen oder isotropen) Substanzen, insbesondere Substanzen aus den Klassen der Azoxybenzole, Benzylidenaniline, Biphenyle, Terphenyle, Phenyl- oder Cyclohexylbenzoate, Cyclohexan-carbonsäurephenyl- oder cyclohexyl-ester, Phenyl- oder Cyclohexyl-ester der Cyclohexylbenzoesäure, Phenyl- oder Cyclohexylester der Cyclohexylcyclohexancarbonsäure, Cyclohexyl-phenylester der Benzoesäure, der Cyclohexancarbonsäure, bzw. der Cyclohexylcyclohexancarbonsäure, Phenylcyclohexane, Cyclohexylbiphenyle, Phenylcyclohexylcyclohexane, Cyclohexylcyclohexane, Cyclohexylcyclohexylcyclohexene, 1,4-Bis-cyclohexylbenzole, 4,4'-Bis-cyclohexylbiphenyle, Phenyl- oder Cyclohexylpyrimidine, Phenyl- oder Cyclohexylpyridine, Phenyl- oder Cyclohexyldioxane, Phenyl- oder Cyclohexyl-1,3-dithiane, 1,2-Diphenylethane, 1,2-Dicyclohexylethane, 1-Phenyl-2-cyclohexylethane, 1-Cyclohexyl-2-(4-phenyl-cyclohexyl)-ethane, 1-Cyclohexyl-2-biphenylethane, 1-Phenyl-2-cyclohexyl-phenylethane, gegebenenfalls halogenierten Stilbene, Benzylphenylether, Toluene und substituierten Zimtsäuren. Die 1,4-Phenylgruppen in diesen Verbindungen können auch fluoriert sein.

Die wichtigsten als weitere Bestandteile erfindungsgemäßer Medien in Frage kommenden Verbindungen lassen sich durch die Formeln 1, 2, 3, 4 und 5 charakterisieren:



In den Formeln 1, 2, 3, 4 und 5 bedeuten L und E, die gleich oder verschieden sein können, jeweils unabhängig voneinander einen bivalenten Rest aus der aus -Phe-, -Cyc-, -Phe-Phe-, -Phe-Cyc-, -Cyc-Cyc-, -Pyr-, -Dio-, -G-Phe- und -G-Cyc- sowie deren Spiegelbilder gebildeten Gruppe, wobei Phe unsubstituiertes oder durch Fluor substituiertes 1,4-Phenyl, Cyc trans-1,4-Cyclohexyl oder 1,4-Cyclohexyl, Pyr Pyrimidin-2,5-diyl oder Pyridin-2,5-diyl, Dio 1,3-Dioxan-2,5-diyl und G 2-(trans-1,4-Cyclohexyl)-ethyl, Pyrimidin-2,5-diyl, Pyridin-2,5-diyl oder 1,3-Dioxan-2,5-diyl bedeuten.

Vorzugsweise ist einer der Reste L und E Cyc, Phe oder Pyr. E ist vorzugsweise Cyc, Phe oder Phe-Cyc. Vorzugsweise enthalten die erfindungsgemäßen Medien eine oder mehrere Komponenten ausgewählt aus den Verbindungen der Formeln 1, 2, 3, 4 und 5, worin L und E ausgewählt sind aus der Gruppe Cyc, Phe und Pyr und gleichzeitig eine oder mehrere Komponenten ausgewählt aus den Verbindungen der Formeln 1, 2, 3, 4 und 5, worin einer der Reste L und E ausgewählt ist aus der Gruppe Cyc, Phe und Pyr und der andere Rest ausgewählt ist aus der Gruppe -Phe-Phe-, -Phe-Cyc-, -Cyc-Cyc-, -G-Phe- und -G-Cyc-, und gegebenenfalls eine oder mehrere Komponenten ausgewählt aus den Verbindungen der Formeln 1, 2, 3, 4 und 5, worin die Reste L und E ausgewählt sind aus der Gruppe -Phe-Cyc-, -Cyc-Cyc-, -G-Phe- und -G-Cyc-.

$R'$  und  $R''$  bedeuten in einer kleineren Untergruppe der Verbindungen der Formeln 1, 2, 3, 4 und 5 jeweils unabhängig

voneinander Alkyl, Alkenyl, Alkoxy, Alkoxyalkyl, Alkenyloxy oder Alkanoyloxy mit bis zu 8 Kohlenstoffatomen. Im folgenden wird diese kleinere Untergruppe Gruppe A genannt und die Verbindungen werden mit den Teilformeln 1a, 2a, 3a, 4a und 5a bezeichnet. Bei den meisten dieser Verbindungen sind R' und R'' voneinander verschieden, wobei einer dieser Reste meist Alkyl, Alkenyl, Alkoxy oder Alkoxyalkyl ist.

5 In einer anderen als Gruppe B bezeichneten kleineren Untergruppe der Verbindungen der Formeln 1, 2, 3, 4 und 5 bedeutet R'' -F, -Cl, -NCS oder  $-(O)_i CH_3-(k+1) F_k Cl_l$ , wobei i 0 oder 1 und k+l, 1, 2 oder 3 sind; die Verbindungen, in denen R'' diese Bedeutung hat, werden mit den Teilformeln 1b, 2b, 3b, 4b und 5b bezeichnet. Besonders bevorzugt sind solche Verbindungen der Teilformeln 1b, 2b, 3b, 4b und 5b, in denen R'' die Bedeutung -F, -Cl, -NCS, -CF<sub>3</sub>, -OCHF<sub>2</sub> oder -OCF<sub>3</sub> hat.

10 In den Verbindungen der Teilformeln 1b, 2b, 3b, 4b und 5b hat R' die bei den Verbindungen der Teilformeln 1a-5a angegebene Bedeutung und ist vorzugsweise Alkyl, Alkenyl, Alkoxy oder Alkoxyalkyl.

In einer weiteren kleineren Untergruppe der Verbindungen der Formeln 1, 2, 3, 4 und 5 bedeutet R'' -CN; diese Untergruppe wird im folgenden als Gruppe C bezeichnet und die Verbindungen dieser Untergruppe werden entsprechend mit Teilformeln 1c, 2c, 3c, 4c und 5c beschrieben. In den Verbindungen der Teilformeln 1c, 2c, 3c, 4c und 5c hat R' die bei

15 den Verbindungen der Teilformeln 1a-5a angegebene Bedeutung und ist vorzugsweise Alkyl, Alkoxy oder Alkenyl.

Neben den bevorzugten Verbindungen der Gruppen A, B und C sind auch andere Verbindungen der Formeln 1, 2, 3, 4 und 5 mit anderen Varianten der vorgesehenen Substituenten gebräuchlich. Alle diese Substanzen sind nach literaturbekannten Methoden oder in Analogie dazu erhältlich.

Die erfindungsgemäßen Medien enthalten neben den Verbindungen der Formel I und I\* vorzugsweise eine oder mehrere Verbindungen, welche ausgewählt werden aus der Gruppe A und/oder Gruppe B und/oder Gruppe C. Die Massenanteile der Verbindungen aus diesen Gruppen an den erfindungsgemäßen Medien sind vorzugsweise

Gruppe A: 0 bis 90%, vorzugsweise 20 bis 90%, insbesondere 30 bis 90%

Gruppe B: 0 bis 80%, vorzugsweise 10 bis 80%, insbesondere 10 bis 65%

25 Gruppe C: 0 bis 80%, vorzugsweise 5 bis 80%, insbesondere 5 bis 50%

wobei die Summe der Massenanteile der in den jeweiligen erfindungsgemäßen Medien enthaltenen Verbindungen aus den Gruppen A und/oder B und/oder C vorzugsweise 5% bis 90% und insbesondere 10% bis 90% beträgt.

Die erfindungsgemäßen Medien enthalten vorzugsweise 1 bis 40%, insbesondere vorzugsweise 5 bis 30% an Verbindungen der Formeln I und I\*. Weiterhin bevorzugt sind Medien, enthaltend mehr als 40%, insbesondere 45 bis 90% an Verbindungen der Formeln I und I\*. Die Medien enthalten vorzugsweise drei, vier oder fünf Verbindungen der Formeln I und I\*.

Der Aufbau der erfindungsgemäßen IPS-Anzeige entspricht der für derartige Anzeigen üblichen Bauweise, wie z. B. beschrieben in der WO 91/10936 oder der EP 0 588 568. Dabei ist der Begriff der üblichen Bauweise hier weit gefaßt und umfaßt auch alle Abwandlungen und Modifikationen der IPS-Anzeige, insbesondere z. B. auch Matrix-Anzeigeelemente auf Basis poly-Si TFT oder TFT.

Ein wesentlicher Unterschied der erfindungsgemäßen Anzeigen zu den bisher üblichen besteht jedoch in der Wahl der Flüssigkristallparameter der Flüssigkristallschicht.

Die Herstellung der erfindungsgemäß verwendbaren Flüssigkristallmischungen erfolgt in an sich üblicher Weise. In der Regel wird die gewünschte Menge der in geringerer Menge verwendeten Komponenten in der den Hauptbestandteil ausmachenden Komponenten gelöst, zweckmäßig bei erhöhter Temperatur. Es ist auch möglich, Lösungen der Komponenten in einem organischen Lösungsmittel, z. B. in Aceton, Chloroform oder Methanol, zu mischen und das Lösungsmittel nach Durchmischung wieder zu entfernen, beispielsweise durch Destillation.

Die Dielektrika können auch weitere, dem Fachmann bekannte und in der Literatur beschriebene Zusätze enthalten. Beispielsweise können 0-15% pleochroitische Farbstoffe oder chirale Dotierstoffe zugesetzt werden.

C bedeutet eine kristalline, S eine smektische, S<sub>B</sub> eine smektisch B, N eine nematische und I die isotrope Phase.

V<sub>0</sub> bezeichnet die kapazitive Schwellspannung. Δn bezeichnet die optische Anisotropie und n<sub>0</sub> den ordentlichen Brechungsindex (jeweils bei 589 nm). Δε bezeichnet die dielektrische Anisotropie ( $\Delta\epsilon = \epsilon_{||} - \epsilon_{\perp}$ , wobei ε<sub>||</sub> die Dielektrizitätskonstante parallel zu den Moleküllängsachsen und ε<sub>⊥</sub> die Dielektrizitätskonstante senkrecht dazu bedeutet). Die elektrooptischen Daten wurden in einer planaren Zelle bei 20°C gemessen, sofern nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben wird. Die optischen Daten wurden bei 20°C gemessen, sofern nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben wird.

Die Zellen sind im "Aus" Zustand dunkel.

In der vorliegenden Anmeldung und in den folgenden Beispielen sind die Strukturen der Flüssigkristallverbindungen durch Acronyme angegeben, wobei die Transformation in chemische Formeln gemäß folgender Tabellen A und B erfolgt. Alle Reste C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub> sind geradkettige Alkylreste mit n bzw. m C-Atomen. Die Codierung gemäß Tabelle B versteht sich von selbst. In Tabelle A ist nur das Acronym für den Grundkörper angegeben. Im Einzelfall folgt getrennt vom Acronym für den Grundkörper mit einem Strich ein Code für die Substituenten R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, L<sup>1</sup> und L<sup>2</sup>.



Code für R <sup>1</sup> , R <sup>2</sup> , L <sup>1</sup> , L <sup>2</sup>	R <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	L <sup>1</sup>	L <sup>2</sup>	
nm	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	C <sub>m</sub> H <sub>2m+1</sub>	H	H	5
nOm	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	OC <sub>m</sub> H <sub>2m+1</sub>	H	H	
nO.m	OC <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	C <sub>m</sub> H <sub>2m+1</sub>	H	H	10
n	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	CN	H	H	
nN.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	CN	F	H	
nN.F.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	CN	F	F	15
nF	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	F	H	H	
nOF	OC <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	F	H	H	20
nCl	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	Cl	H	H	
nF.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	F	F	H	
nCF <sub>3</sub>	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	CF <sub>3</sub>	H	H	25
nOCF <sub>3</sub>	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	OCF <sub>3</sub>	H	H	
nOCF <sub>3</sub>	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	OCF <sub>3</sub>	H	H	
nOCF <sub>2</sub>	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	OCHF <sub>2</sub>	H	H	30
nS	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	NCS	H	H	
rVsN	C <sub>r</sub> H <sub>2r+1</sub> -CH=CH-C <sub>s</sub> H <sub>2s</sub> -	CN	H	H	35
rEsN	C <sub>r</sub> H <sub>2r+1</sub> -O-C <sub>2</sub> H <sub>2s</sub> -	CN	H	H	
nAm	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	COOC <sub>m</sub> H <sub>2m+1</sub>	H	H	
nF.F.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	F	F	F	40
nCl.F.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	Cl	F	F	
nCF <sub>3</sub> .F.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	CF <sub>3</sub>	F	F	45
nOCF <sub>3</sub> .F.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	OCF <sub>3</sub>	F	F	
nOCF <sub>2</sub> .F.F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	OCHF <sub>2</sub>	F	F	
nOCF <sub>3</sub> .F	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub>	OCF <sub>3</sub>	F	H	50

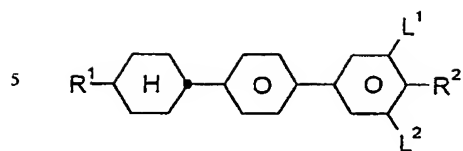
Bevorzugte Medien enthalten insbesondere neben den Verbindungen der Formeln I und I\* ein oder mehrere Verbindungen aus den Tabellen A und B.

55

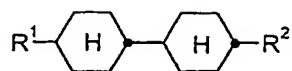
60

65

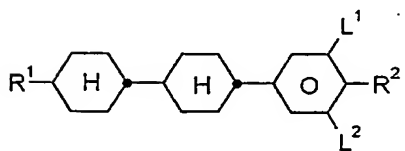
Tabelle A

**BCH**

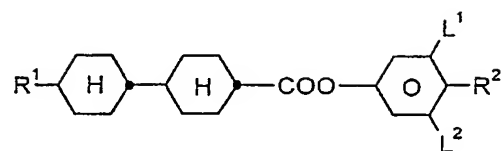
10

**CCH**

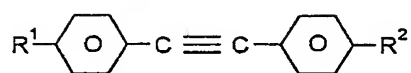
15

**CCP**

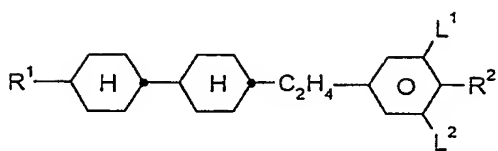
20

**CP**

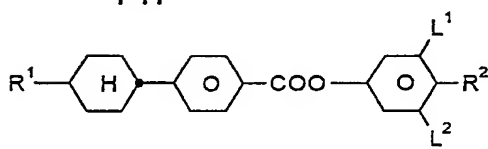
25

**PTP**

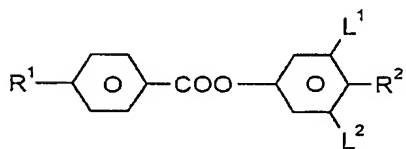
30

**ECCP**

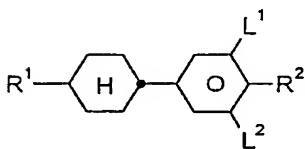
35

**HP**

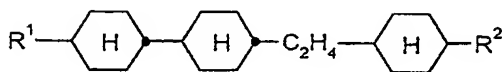
40

**ME**

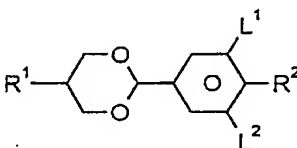
45

**PCH**

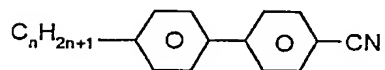
50

**CH**

55

**PDX**

60

**K3 · n**

65

Tabelle B

		5
<b>CCP-nF.F.F</b>	<b>BCH-nF.F.F</b>	10
		15
<b>CCZU-n-F</b>	<b>CDU-n-F</b>	20
		25
<b>CGU-n-F</b>	<b>CC-n-V</b>	30
		35
<b>CC-n-2V</b>	<b>CCG-V-F</b>	40
		45
<b>CC-nV-Vm</b>	<b>CC-V-Vn</b>	50

## Beispiel 1

Eine IPS-Anzeige enthält eine nematische Mischung mit

Klärpunkt	+73°C	55
$\Delta n$ [589 nm, 20°C]	0,0768	
$n_0$	1,4732	
Rotationsviskosität (20°C)	80 mPa · s	60

bestehend aus

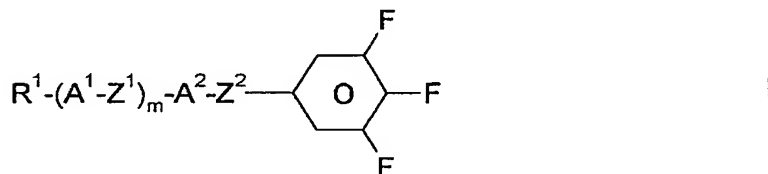
CCP-20CF <sub>3</sub>	8,0%	65
CCP-30CF <sub>3</sub>	6,0%	
CCP-40CF <sub>3</sub>	5,0%	
CCP-50CF <sub>3</sub>	5,0%	
CCP-2F.F.F	9,0%	
CCP-3F.F.F	8,0%	

	CCP-5F.F.F	6,0%
	CCZU-2-F	6,0%
	CCZU-3-F	9,0%
	CCZU-5-F	6,0%
5	PCH-2N.F.F	5,0%
	PCH-3N.F.F	5,0%
	PCH-5N.F.F	4,0%
	CC-V-V1	18,0%

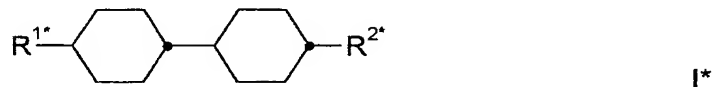
- 10 und weist einen hohen Kontrast und niedrige Schaltzeiten auf.  
Die Lagerzeit bei  $-30^{\circ}\text{C}$ , bis zu der keine Kristallisation der Mischung auftritt, beträgt 890 Stunden.

## Patentansprüche

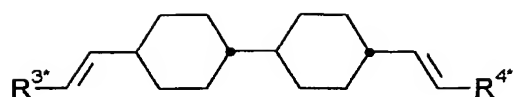
- 15 1. Elektrooptische Flüssigkristallanzeige  
– mit einer Umorientierungsschicht zur Umorientierung der Flüssigkristalle, deren Feld eine signifikante Komponente parallel zur Flüssigkristallschicht aufweist,  
– enthaltend ein flüssigkristallines Medium mit positiver dielektrischer Anisotropie, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Medium mindestens eine Verbindung der Formel I



- 30 worin  
R¹ H, einen unsubstituierten, einen einfach durch CN oder CF₃ oder einen mindestens einfach durch Halogen substituierten Alkyl- oder Alkenylrest mit 1 bis 15 C-Atomen, wobei in diesen Resten auch eine oder mehrere CH₂-Gruppen jeweils unabhängig voneinander durch -O-, -S-, -CO-, -CO-O-, -O-CO- oder -O-CO-O- so ersetzt sein können, daß O-Atome nicht direkt miteinander verknüpft sind,  
A¹ und A² jeweils unabhängig voneinander einen  
35 (a) 1,4-Cyclohexylenrest oder trans-1,4-Cyclohexylenrest, worin auch eine oder mehrere nicht benachbarte CH₂-Gruppen durch -O- und/oder -S- ersetzt sein können,  
(b) 1,4-Phenylene, worin auch eine oder zwei CH-Gruppen durch N ersetzt sein können,  
(c) Rest aus der Gruppe 1,4-Bicyclo(2,2,2)-octylen, Piperidin-1,4-diyl, Naphthalin-2,6-diyl, Decahydronaphthalin-2,6-diyl und 1,2,3,4-Tetrahydronaphthalin-2,6-diyl,  
40 wobei die Reste (a) und (b) durch ein oder zwei Fluor substituiert sein können,  
Z¹ und Z² jeweils unabhängig voneinander -CO-O-, -O-CO-, -CH₂O-, -OCH₂-, -CH₂CH₂-, -CH=CH-, -C≡C- oder eine Einfachbindung, einer der Reste Z¹ und Z² auch -(CH₂)₄- oder -CH=CH-CH₂CH₂-, und  
m 0, 1 oder 2  
bedeutet,  
45 und mindestens eine Verbindung der Formel I\*

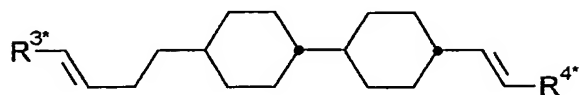


- 50 worin  
R¹\* und R²\* jeweils unabhängig voneinander 1E-Alkenyl oder 3E-Alkenyl mit 2–7 C-Atomen, bedeuten.  
55 2. Flüssigkristallanzeige nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Medium mindestens eine Verbindung der Formel I\*a, I\*b oder I\*c aufweist:



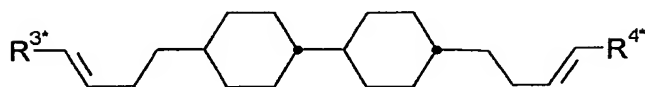
I\*a

5



I\*b

10



I\*c

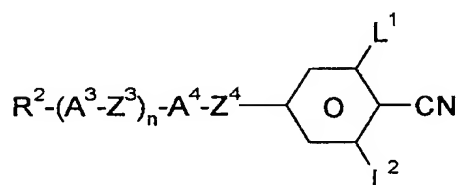
15

worin

R<sup>3\*</sup> und R<sup>4\*</sup> jeweils unabhängig voneinander H, CH<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> oder n-C<sub>3</sub>H<sub>7</sub> bedeuten.

3. Flüssigkristallanzeige nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Medium mindestens eine Verbindung der Formel II enthält

20



II

25

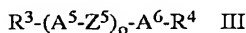
worin

L<sup>1</sup> und L<sup>2</sup> jeweils unabhängig voneinander H oder F, bedeuten,R<sup>2</sup> die für R<sup>1</sup> angegebene Bedeutung aufweist,A<sup>3</sup> und A<sup>4</sup> jeweils unabhängig die für A<sup>1</sup> und A<sup>2</sup> angegebene Bedeutung besitzen,Z<sup>3</sup> und Z<sup>4</sup> jeweils unabhängig voneinander die für Z<sup>1</sup> und Z<sup>2</sup> angegebene Bedeutung aufweisen, und

n 0, 1 oder 2 ist.

35

4. Flüssigkristallanzeige nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Medium mindestens eine Verbindung der Formel III,



40

worin

R<sup>3</sup> und R<sup>4</sup> jeweils unabhängig voneinander die für R<sup>1</sup> angegebene Bedeutung besitzen,A<sup>5</sup> und A<sup>6</sup> jeweils unabhängig die für A<sup>1</sup> und A<sup>2</sup> angegebene Bedeutung besitzen,Z<sup>5</sup> jeweils unabhängig voneinander die für Z<sup>1</sup> und Z<sup>2</sup> angegebene Bedeutung aufweist, und

o 1, 2 oder 3

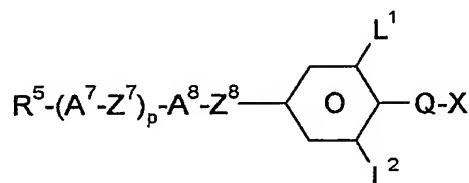
45

bedeutet,

enthält.

5. Flüssigkristallanzeige nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Medium mindestens eine Verbindung der Formel IV,

50



IV

55

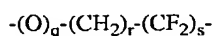
worin

R<sup>5</sup> die für R<sup>1</sup> angegebene Bedeutung aufweist,A<sup>7</sup> und A<sup>8</sup> jeweils unabhängig voneinander die für A<sup>1</sup> und A<sup>2</sup> angegebene Bedeutung besitzen,Z<sup>7</sup> und Z<sup>8</sup> jeweils unabhängig voneinander die für Z<sup>1</sup> und Z<sup>2</sup> angegebene Bedeutung besitzen,L<sup>1</sup> und L<sup>2</sup> jeweils unabhängig voneinander H oder F,

Q einen Polyfluoralkylenrest der Formel

60

65



worin

q 0 oder 1 ist

r 0, oder eine ganze Zahl zwischen 1 und 6 ist und

s eine ganze Zahl zwischen 1 und 6 ist,

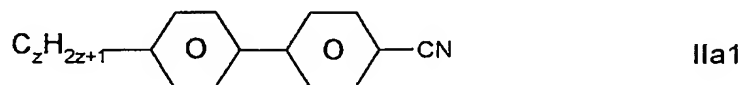
X H, F oder Cl, und

p 0, 1 oder 2

bedeuten,

enthält.

6. Flüssigkristallanzeige nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Medium mindestens eine Verbindung der Formel IIa1



enthält, worin z 1–12 bedeutet.

7. Anzeige nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildelemente mittels Aktivmatrix angesteuert werden.

8. Flüssigkristallines Medium mit positiver dielektrischer Anisotropie, welches eine Zusammensetzung gemäß der Ansprüche 1 bis 7 aufweist.

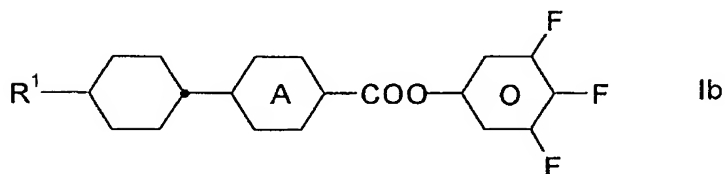
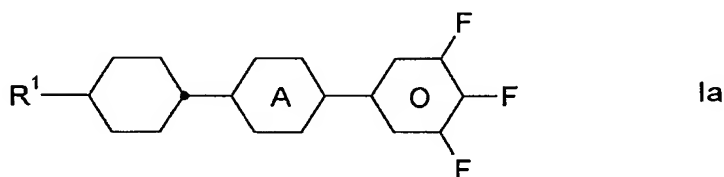
9. Flüssigkristallines Medium nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß es

- 10 bis 60 Gew.-%, vorzugsweise 30 bis 60 Gew.-% mindestens einer Verbindung der Formel I,
- 5 bis 40 Gew.-%, vorzugsweise 10 bis 25 Gew.-% mindestens einer Verbindung der Formel I\*,
- 0 bis 40 Gew.-%, vorzugsweise 0 bis 25 Gew.-% mindestens einer Verbindung der Formel II,
- 0 bis 30 Gew.-%, vorzugsweise 0 bis 15 Gew.-% mindestens einer Verbindung der Formel III, und
- 5 bis 50 Gew.-%, vorzugsweise 10 bis 30 Gew.-% einer Verbindung der Formel IV,

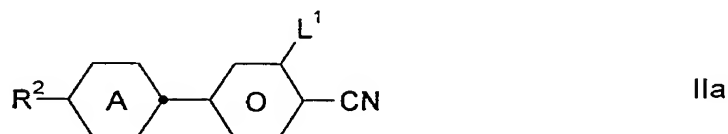
enthält.

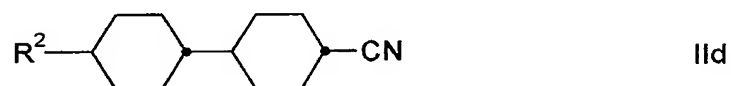
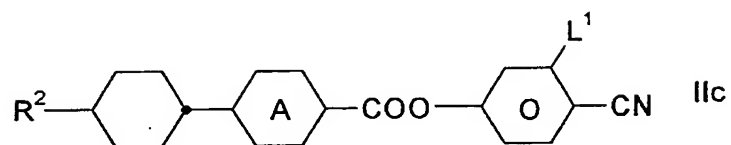
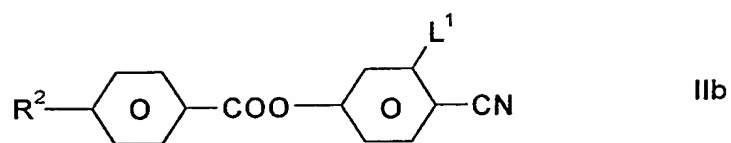
10. Flüssigkristallines Medium nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß es

- mindestens eine Verbindung ausgewählt aus den Formeln Ia und/oder Ib enthält

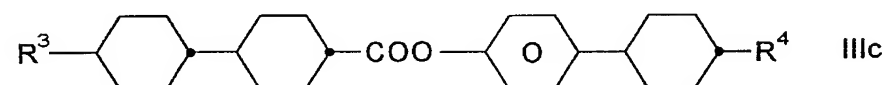
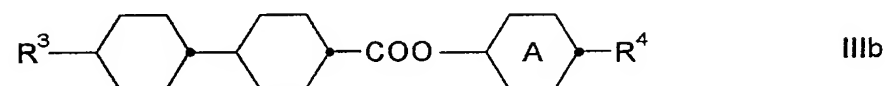


– gegebenenfalls eine oder mehrere Verbindungen, ausgewählt aus den Formeln IIa, IIb, IIc und/oder IId enthält,

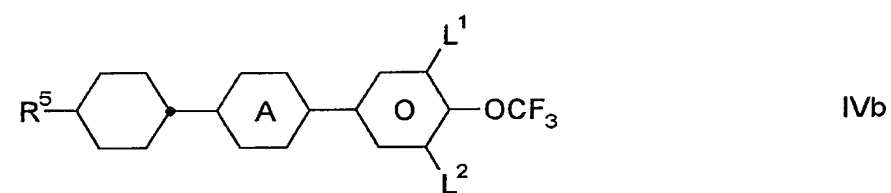
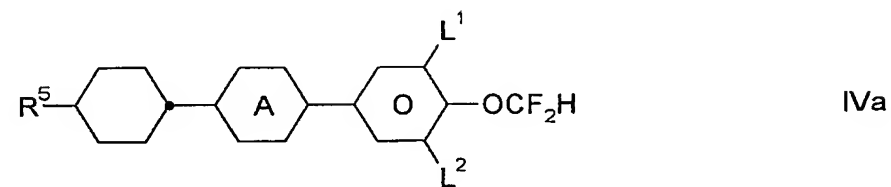




– gegebenenfalls eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus den Formeln IIIa, IIIb und IIIc enthält,

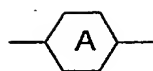


– mindestens eine Verbindung ausgewählt aus den Formeln IVa und IVb enthält,

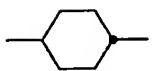


worin

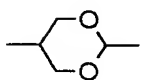
5



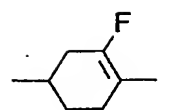
jeweils



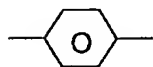
,



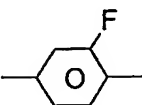
,



10



oder



bedeutet, und  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$ ,  $R^4$ ,  $R^5$ ,  $L^1$  und  $L^2$  die jeweils angegebene Bedeutung besitzen.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65





①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 39 377 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 100 39 377.2  
㉔ Anmeldetag: 11. 8. 2000  
㉕ Offenlegungstag: 8. 3. 2001

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**C 09 K 19/02**  
C 09 K 19/10  
C 09 K 19/58  
C 09 D 11/00  
B 44 F 1/12  
// A61K 7/00,49/00,  
G01K 11/16,G02F  
1/13

**DE 100 39 377 A 1**

③⑩ Unionspriorität:  
99 11 6850. 1 03. 09. 1999 EP  
⑦① Anmelder:  
Merck Patent GmbH, 64293 Darmstadt, DE

⑦② Erfinder:  
Coates, David, Dr., Wimborne, Dorset, GB; Bishop,  
David, Wimborne, Dorset, GB; Hammond-Smith,  
Robert, Fordingbridge, Hampshire, GB

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

- ⑤④ Thermochromes flüssigkristallines Medium  
⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein thermochromes flüssigkristal-  
lines Medium, enthaltend eine flüssigkristalline Wirtsmi-  
schung und eine aktive Komponente, eine thermochrome  
Tinte oder Druckfarbe, die ein derartiges thermochromes  
flüssigkristallines Medium verkapselt in einem lichtdruch-  
lässigen polymeren Material enthält, die Verwendung ei-  
nes thermochromen Mediums oder einer thermochro-  
men Tinte oder Druckfarbe in dekorativen Anwendungen  
wie Pigmente, Tinten, Druckfarben und Farben, in der  
Kosmetik, in thermodiagnostischen Anwendungen wie  
medizinischer Thermographie, in der Thermometrie, in  
optischen und elektrooptischen Anwendungen und in Si-  
cherheitsanwendungen und -vorrichtungen, eine Sicher-  
heitsmarkierung oder -vorrichtung, enthaltend ein ther-  
mochromes flüssigkristallines Medium oder ein thermo-  
chrome Tinte oder Druckfarbe sowie ein Wertdokument  
mit einer derartigen Sicherheitsmarkierung.

**DE 100 39 377 A 1**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein verbessertes thermochromes flüssigkristallines Medium, eine thermochrome Tinte oder Druckfarbe, die ein derartiges thermochromes flüssigkristallines Medium verkapselt in einem lichtdurchlässigen polymeren Material enthält, die Verwendung eines thermochromen flüssigkristallinen Mediums oder einer thermochromen Tinte oder Druckfarbe in dekorativen Anwendungen wie Pigmenten, Tinten, Druckfarben und Farben, in der Kosmetik, in thermodiagnostischen Anwendungen wie medizinischer Thermographie, in der Thermometrie, in optischen und elektrooptischen Anwendungen und in Sicherheitsanwendungen und -vorrichtungen, eine Sicherheitsmarkierung oder -vorrichtung, enthaltend ein thermochromes flüssigkristallines Medium oder eine thermochrome Tinte oder Druckfarbe sowie ein Wertdokument mit einer derartigen Sicherheitsmarkierung.

Thermochrome Flüssigkristallmaterialien wie thermochrome Verbindungen oder Zusammensetzungen sind dadurch gekennzeichnet, daß sie bei Temperaturvariation eine sichtbare Farbänderung zeigen. Eine gut bekannte Klasse von thermochromen Materialien bilden spezielle Arten cholesterischer Flüssigkristalle (CLCs). Diese haben eine helikal verdrehte Molekularstruktur, wobei die Ganghöhe  $p$  der molekularen Helix mit der reflektierten Wellenlänge  $\lambda$  und dem mittleren Brechungsindex  $n$  des Flüssigkristalls über Gleichung (1) in folgender Beziehung steht:

$$\lambda = n \cdot p \quad (1)$$

Bei thermochromen CLCs zeigt die Reflexionswellenlänge  $\lambda$  eine beträchtliche Temperaturabhängigkeit. Wenn die reflektierte Wellenlänge im sichtbaren Bereich liegt, erfährt das thermochrome CLC-Material bei Variation der Temperatur eine sichtbare Farbänderung.

Da die cholesterischen Flüssigkristalle optisch doppelbrechend sind, reflektieren sie in der Regel nicht nur eine einzige Wellenlänge, sondern ein enges Band von Wellenlängen, wobei die Bandbreite  $\Delta\lambda$  durch Gleichung (2) definiert ist:

$$\Delta\lambda = \Delta n \cdot p \quad (2)$$

worin  $\Delta n$  die Doppelbrechung des Flüssigkristallmaterials ist.

Der oben beschriebene thermochrome Effekt wird in unterschiedlichsten Anwendungsbereichen ausgenutzt, wie zum Beispiel in dekorativen Anwendungen wie Pigmenten, Tinten, Druckfarben oder Farben, in der Kosmetik, in thermodiagnostischen Anwendungen wie medizinischer Thermographie, in der Thermometrie, in optischen und elektrooptischen Anwendungen und in Sicherheitsanwendungen und -vorrichtungen.

Für die obigen Anwendungen verwendet man in der Regel cholesterische flüssigkristalline Zusammensetzungen, die achirale und chirale flüssigkristalline oder mesogene Verbindungen enthalten, die als kleine Tröpfchen in Mikrokapseln aus lichtdurchlässigem Polymer, beispielsweise Gelatine oder Gummi arabicum, oder in einer kontinuierlichen Matrix aus einem transparenten Bindemittelpolymer verkapselt sind.

Damit die cholesterische flüssigkristalline Zusammensetzung thermochromes Verhalten zeigt, sollte sie eine cholesterische Phase und eine zugrundeliegende smektische Phase, d. h. eine unterhalb des Temperaturbereichs der cholesterischen Phase liegende smektische Phase, aufweisen.

Thermochrome Zusammensetzungen werden beispielsweise in EP 0 386 198, EP 0 423 293, EP 0 564 959 und GB 2 280 681 beschrieben.

Die thermochromen Zusammensetzungen des Standes der Technik sind jedoch mit einigen Nachteilen behaftet. So zeigen die aus dem Stand der Technik bekannten thermochromen Materialien oft nur in einem engen Temperaturbereich ein thermochromes Farbenspiel.

Daher ist zur Erzielung eines befriedigenden thermochromen Effekts bei vorbekannten thermochromen Mischungen häufig eine große Menge chiraler Komponenten erforderlich, die in manchen Fällen mehr als 50 Gew.-% der gesamten Mischung ausmachen.

Andererseits ist es aus verschiedenen Gründen generell wünschenswert, die Menge der chiralen Komponenten in einer Flüssigkristallmischung zu verringern. So verringern chirale Verbindungen oft den Mesophasenbereich und den Klärpunkt einer Flüssigkristallmischung. Außerdem ist die Herstellung von chiralen Verbindungen mit hoher Enantiomerenreinheit oft schwierig und teuer. Außerdem sind chirale Verbindungen für flüssigkristalline Mischungen normalerweise nicht in der gleichen Vielfalt wie z. B. nematische Verbindungen erhältlich, so daß es sich bei einem hohen Anteil chiraler Verbindungen an der Mischung als schwierig erweist, die Zusammensetzung der Mischung zu variieren, um ihre Eigenschaften an spezielle Anforderungen anzupassen. Schließlich ist es aufgrund der Anwesenheit von großen Mengen chiraler Verbindungen oft schwierig, Mischungen mit hoher Doppelbrechung zu erhalten.

Ein weiteres Merkmal von CLCs ist ihre Fähigkeit, zirkular polarisiertes Licht zu reflektieren. Der Polarisationszustand des reflektierten Lichts hängt von der "Händigkeit" der im thermochromen Medium gebildeten helikalen Struktur ab, die wiederum durch die Struktur der in der Mischung verwendeten chiralen Verbindungen festgelegt wird.

Der oben erwähnte Effekt kann in Sicherheitsmarkierungen und -vorrichtungen ausgenutzt werden, indem ein "verborgener" Effekt bereitgestellt wird. Durch die Verwendung von zwei thermochromen Flüssigkristallmedien, die sich lediglich in ihrer Chiralität, d. h. im Gesamtdrehsinn ihrer aus einer oder mehreren chiralen Verbindungen bestehenden chiralen Komponente, unterscheiden, könnte ein verborgenes Muster erzeugt werden, wenn die Vorrichtung durch einen geeigneten Zirkularpolarisator betrachtet wird.

Der Erfindung lag somit die Aufgabe zugrunde, thermochrome Medien bereitzustellen, die über einen breiten Temperaturbereich einschließlich Raumtemperatur oder nahe bei Raumtemperatur liegenden Temperaturen eine Farbänderung zeigen und keine großen Mengen chiraler Verbindungen enthalten.

Es wurde nun gefunden, daß diese Aufgabe durch Bereitstellung von erfindungsgemäßen thermochromen Medien gelöst werden kann. Die erfindungsgemäßen Medien sind dadurch gekennzeichnet, daß sie eine flüssigkristalline Wirtsmischung mit einer nematischen Phase und einer zugrundeliegenden smektischen Phase enthalten, der eine kleine Menge

einer optisch aktiven Komponente zugesetzt ist, wobei die optisch aktive Komponente einen oder mehrere chirale Dotierstoffe mit großer Verdrillungskraft (Helical Twisting Power, HTP) enthält.

Die HTP eines chiralen Dotierstoffs beschreibt dessen Fähigkeit zur Induktion oder Verstärkung einer helikalen Verdrillung in einem aus einer flüssigkristallinen Wirtsmischung und dem Dotierstoff bestehenden Medium. Die HTP ist durch Gleichung (3) definiert:

$$\text{HTP} = (p \cdot c)^{-1} \quad (3)$$

worin  $p$  für die Helixganghöhe  $p$  ("Pitch") in  $\mu\text{m}$  und  $c$  für die Konzentration des chiralen Dotierstoffs in dem Medium in Gew.-% steht.

Es wurde nun gefunden, daß bereits bei Verwendung von kleinen Mengen chiraler Verbindungen mit einer großen HTP von mindestens  $20 \mu\text{m}^{-1}$  in einer flüssigkristallinen Wirtsmischung ein thermochromes Medium mit einem breiten Temperaturbereich des thermochromen Farbenspiels erhältlich ist. Außerdem hat sich herausgestellt, daß durch Verwendung dieser Dotierstoffe ein thermochromes Medium bereitgestellt werden kann, bei welchem die Breite und Position des Temperaturbereichs des thermochromen Farbenspiels durch sorgfältige Wahl der Menge und HTP der chiralen Verbindungen und der Phasenübergangstemperatur smektisch-nematisch ( $T_{\text{S-N}}$ ) der Wirtsmischung leicht gesteuert werden kann.

Gegenstand der Erfindung ist somit ein thermochromes flüssigkristallines Medium, enthaltend eine flüssigkristalline Wirtsmischung und eine optisch aktive Komponente, dadurch gekennzeichnet, daß die flüssigkristalline Wirtsmischung eine Phasenübergangstemperatur smektisch-nematisch im Bereich von 0 bis  $60^\circ\text{C}$  aufweist und die optisch aktive Komponente mindestens einen chiralen Dotierstoff mit einer Verdrillungskraft (Helical Twisting Power, HTP) von mindestens  $20 \mu\text{m}^{-1}$  enthält.

Gegenstand der Erfindung ist ferner eine thermochrome Tinte oder Druckfarbe, enthaltend ein den obigen Angaben entsprechendes thermochromes flüssigkristallines Medium verkapselt in einem lichtdurchlässigen polymeren Material, wie einer kontinuierlichen Polymermatrix oder Polymer-Mikrokapseln.

Gegenstand der Erfindung ist ferner die Verwendung eines thermochromen Mediums oder einer thermochromen Tinte oder Druckfarbe in dekorativen Anwendungen wie Pigmenten, Tinten, Druckfarben und Farben, in der Kosmetik, in thermodiagnostischen Anwendungen wie medizinischer Thermographie, in der Thermometrie, in optischen und elektrophotischen Anwendungen und in Sicherheitsanwendungen und -vorrichtungen.

Gegenstand der Erfindung ist ferner eine Sicherheitsmarkierung oder -vorrichtung, enthaltend ein erfindungsgemäßes thermochromes flüssigkristallines Medium oder eine erfindungsgemäße thermochrome Tinte oder Druckfarbe.

Gegenstand der Erfindung ist ferner ein Wertdokument mit einer Sicherheitsmarkierung oder -vorrichtung, enthaltend ein erfindungsgemäßes thermochromes Medium oder eine erfindungsgemäße thermochrome Tinte oder Druckfarbe.

Gegenstand der Erfindung ist ferner eine Sicherheitsmarkierung oder -vorrichtung, enthaltend zwei erfindungsgemäße thermochrome flüssigkristalline Medien oder zwei erfindungsgemäße thermochrome Tinten oder Druckfarben, die sich in ihrer Chiralität unterscheiden und dadurch einen verborgenen Effekt erzeugen, sowie ein Wertdokument enthaltend eine solche Sicherheitsmarkierung.

Gegenstand der Erfindung ist ferner eine Sicherheitsmarkierung oder -vorrichtung, enthaltend zwei erfindungsgemäße thermochrome flüssigkristalline Medien oder zwei erfindungsgemäße thermochrome Tinten oder Druckfarben, die sich in der Chiralität ihrer chiralen Komponente unterscheiden, und vorzugsweise ansonsten identisch sind.

Sofern nicht anders vermerkt, ist unter dem Begriff "chirale Verbindung" oder "chiraler Dotierstoff" im vorhergehenden und im folgenden eine optisch aktive Verbindung zu verstehen, die ein chirales Zentrum aufweist und in der Wirtsmischung eine helikale Verdrillung in nur einem Drehsinn induziert, wobei diese Begriffe enantiomerenreine Verbindungen und nicht racemische Mischungen zweier Enantiomere, d. h. Mischungen mit einem Überschuß an einem Enantiomer, einschließen.

Unter "mesogene Verbindungen" sind im vorhergehenden und im folgenden Verbindungen mit einer stäbchenförmigen, breittförmigen oder scheibchenförmigen mesogenen Gruppe, d. h. einer Gruppe, die zur Induktion von Mesophasenverhalten befähigt ist, zu verstehen. Diese Verbindungen brauchen an sich nicht unbedingt Mesophasenverhalten zu zeigen. Es ist auch möglich, daß diese Verbindungen nur in Mischungen mit anderen Verbindungen oder bei Polymerisation der mesogenen Verbindungen oder der diese enthaltenden Mischungen Mesophasenverhalten zeigen. Besonders bevorzugt sind stäbchen- und breittförmige mesogene Gruppen.

Damit das erfindungsgemäße Medium thermochromes Verhalten zeigt, muß es eine cholesterische Phase und eine zugrundeliegende smektische Phase, d. h. eine unterhalb des Temperaturbereichs der cholesterischen Phase liegende smektische Phase, aufweisen. Dies wird dadurch erreicht, daß man eine Wirtsmischung mit einer nematischen Phase und einer zugrundeliegenden smektischen Phase verwendet. Besonders bevorzugt ist eine Wirtsmischung mit einer nematischen Phase und einer zugrundeliegenden smektischen A-Phase.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung wurde gefunden, daß bereits durch Zusatz von kleinen Mengen einer optisch aktiven Komponente mit einer oder mehreren chiralen Verbindungen mit großer HTP zu einer flüssigkristallinen Wirtsmischung ein thermochromes Medium mit Farbenspiel über einen breiten Temperaturbereich einschließlich Raumtemperatur erhältlich ist.

Besonders bevorzugt sind chirale Verbindungen mit einer HTP von  $20 \mu\text{m}^{-1}$  oder mehr, wobei die Gesamtmenge dieser Verbindungen vorzugsweise weniger als 25 Gew.-%, bezogen auf das gesamte Medium, beträgt.

Da geringere Mengen an chiralem Dotierstoff erforderlich sind, üben die Dotierstoffe verglichen mit vorbekannten Mischungen weniger Einfluß auf die Flüssigkristalleigenschaften der Wirtsmischung aus. Daher brauchen die Dotierstoffe nicht unbedingt selbst flüssigkristallin oder mesogen zu sein, was eine breitere Auswahl an geeigneten chiralen Materialien erlaubt.

Außerdem werden dadurch, daß in den erfindungsgemäßen thermochromen Medien kleinere Mengen chiraler Verbindungen erforderlich sind, sich aufgrund der geringen Löslichkeit der chiralen Verbindungen in der Wirtsmischung erge-

bende Probleme vermindert oder sogar umgangen. So sind die erfindungsgemäßen Medien stabiler gegen teilweise oder vollständige Kristallisation oder Ausfällung der chiralen Komponenten, insbesondere bei niedrigen Temperaturen.

Des weiteren kann man wegen des verminderten Einflusses der chiralen Dotierstoffe auf die Wirtsmischung die Dotierstoffe und das Wirtsmaterial unabhängig voneinander auswählen. So kann man in den erfindungsgemäßen thermochromen Medien die Breite des Temperaturbereichs des thermochromen Farbenspiels durch entsprechende Wahl der Dotierstoffe variieren und unabhängig davon die Lage des Temperaturbereichs des thermochromen Farbenspiels durch entsprechende Wahl der Wirtsmischung variieren.

So kann man beispielsweise durch Erhöhung der HTP der chiralen Dotierstoffe in einem erfindungsgemäßen thermochromen Medium den Temperaturbereich, über den die Änderung der Reflexionsfarbe des Mediums beobachtet wird, vergrößern. Andererseits kann man durch Verwendung einer Wirtsmischung mit einer niedrigeren Phasenübergangstemperatur smektisch-nematisch den gesamten Bereich, über den eine Änderung der Reflexionsfarbe des Mediums beobachtet wird, zu tieferen Temperaturen hin verschieben.

Man kann die Helixganghöhe und somit die Reflexionswellenlänge bei einer gegebenen Temperatur eines erfindungsgemäßen thermochromen Mediums durch Variation des Gesamtverhältnisses von achiralen und chiralen Verbindungen im Medium steuern. Mit steigendem Anteil von chiralen Verbindungen nehmen die Ganghöhe und die Reflexionswellenlänge ab.

Vorzugsweise zeigt das erfindungsgemäße thermochrome Medium für die Ganghöhe eine negative Temperaturabhängigkeit, d. h. die Ganghöhe nimmt mit steigender Temperatur ab.

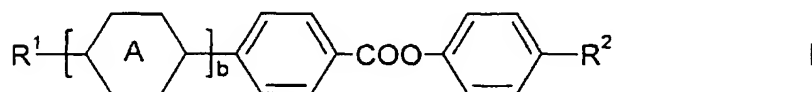
Eine erste bevorzugte Ausführungsform betrifft ein thermochromes flüssigkristallines Medium, in dem die Änderung  $\Delta\lambda/\Delta T$  der zentralen Reflexionswellenlänge  $\Delta\lambda$  über einen gegebenen Temperaturbereich  $\Delta T$  vorzugsweise  $> 10 \text{ nm}/^\circ\text{C}$ , besonders bevorzugt  $> 30 \text{ nm}/^\circ\text{C}$  ist. Eine zweite Ausführungsform betrifft ein thermochromes flüssigkristallines Medium, in dem die Änderung  $\Delta\lambda/\Delta T$  der zentralen Reflexionswellenlänge  $\Delta\lambda$  über einen gegebenen Temperaturbereich  $\Delta T$  vorzugsweise  $< 10 \text{ nm}/^\circ\text{C}$ , besonders bevorzugt  $< 30 \text{ nm}/^\circ\text{C}$  ist.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform betrifft ein thermochromes flüssigkristallines Medium, in dem die zentrale Wellenlänge der selektiven Reflexion nach Temperaturänderung über einen Temperaturbereich von höchstens  $40^\circ\text{C}$ , insbesondere höchstens  $25^\circ\text{C}$ , besonders bevorzugt höchstens  $10^\circ\text{C}$ , ganz besonders bevorzugt höchstens  $5^\circ\text{C}$ , eine Änderung von mindestens  $100 \text{ nm}$  zeigt.

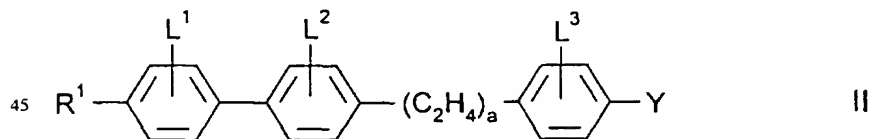
Eine andere bevorzugte Ausführungsform betrifft ein thermochromes flüssigkristallines Medium, in dem die flüssigkristalline Wirtsmischung eine Phasenübergangstemperatur smektisch-nematisch im Bereich von  $0$  bis  $60^\circ\text{C}$ , insbesondere von  $0$  bis  $50^\circ\text{C}$ , insbesondere von  $0$  bis  $40^\circ\text{C}$ , aufweist.

Eine andere bevorzugte Ausführungsform betrifft ein thermochromes flüssigkristallines Medium, in dem die optisch aktive Komponente mindestens einen chiralen Dotierstoff mit einer HTP von mindestens  $35 \mu\text{m}^{-1}$ , insbesondere von mindestens  $45 \mu\text{m}^{-1}$ , enthält.

Besonders bevorzugt enthält die flüssigkristalline Wirtsmischung eine oder mehrere Verbindungen der Formel I



und/oder eine oder mehrere Verbindungen der Formel II



worin

$\text{R}^1$  und  $\text{R}^2$  jeweils unabhängig voneinander einen gegebenenfalls halogensubstituierten Alkylrest mit bis zu 15 C-Atomen bedeuten, wobei eine oder mehrere  $\text{CH}_2$ -Gruppen auch jeweils unabhängig voneinander so durch  $-\text{O}-$ ,  $-\text{CH}=\text{CH}-$ ,  $-\text{CO}-$ ,  $-\text{CO}-\text{O}-$  oder  $-\text{O}-\text{CO}-$  ersetzt sein können, daß Sauerstoffatome nicht direkt miteinander verknüpft sind,

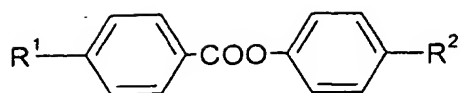
$a, b$  0 oder 1 bedeuten,

$\text{L}^1, \text{L}^2$  und  $\text{L}^3$  unabhängig voneinander H, F oder Cl bedeuten,

$\text{Y}$  F, Cl oder CN bedeutet und

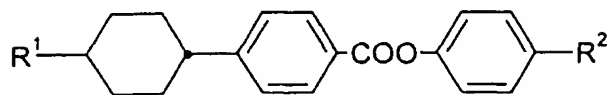
$\text{A}$  trans-1,4-Cyclohexylen oder gegebenenfalls fluoriertes 1,4-Phenylen bedeutet.

Die Verbindungen der Formel I werden vorzugsweise unter den folgenden Formeln ausgewählt



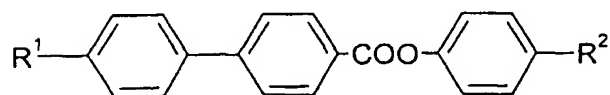
Ia

5



Ib

10



Ic

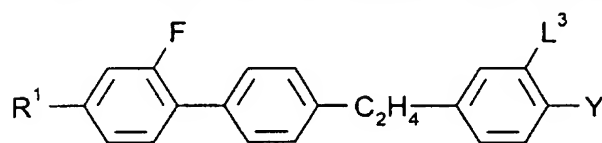
15

worin R¹ und R² die bei Formel I angegebene Bedeutung besitzen.

Besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formel Ia und Ib.

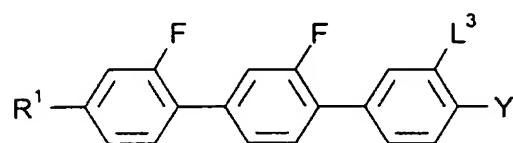
Besonders bevorzugt enthält die Wirtsmischung eine oder mehrere, insbesondere jeweils eine bis fünf Verbindungen der Formel Ia und Formel Ib.

Die Verbindungen der Formel II werden vorzugsweise unter den folgenden Formeln ausgewählt



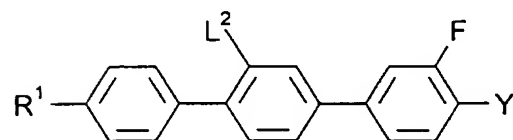
IIa

25



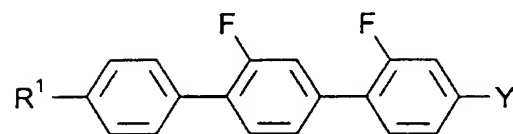
IIb

35



IIc

40



IIId

50

worin R¹, Y, L² und L³ die bei Formel II angegebene Bedeutung besitzen.

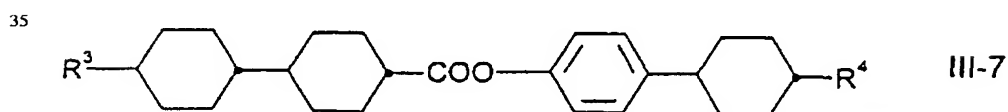
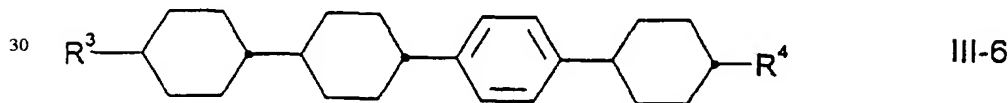
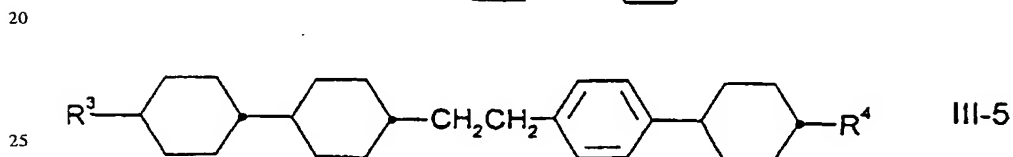
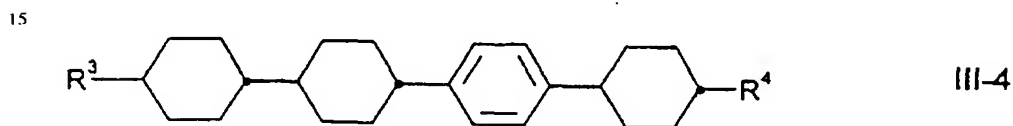
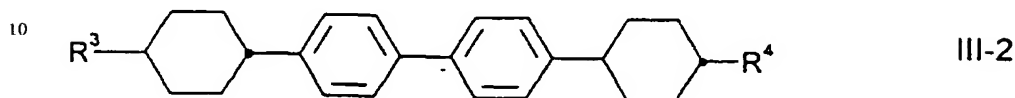
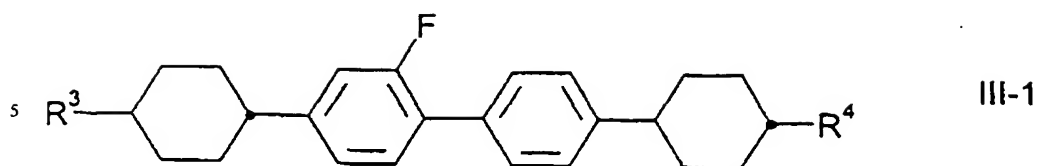
Besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formel IIa, IIb und IIc, in denen Y für Cl steht, und Verbindungen der Formel IIId, in denen Y für F steht. Ferner bevorzugt sind Verbindungen der Formel IIa, in denen L³ für H steht.

Besonders bevorzugt enthält die Wirtsmischung eine bis vier Verbindungen der Formeln IIa bis IIId.

Die Wirtsmischung enthält vorzugsweise außerdem auch noch eine oder mehrere Vierringverbindungen aus der Gruppe bestehend aus III-1 bis III-7:

60

65



40 worin  $R^3$  und  $R^4$  eine der Bedeutungen von R besitzen und die 1,4-Phenylengruppen jeweils unabhängig voneinander auch ein- oder mehrfach durch Fluor substituiert sein können.

Besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formel III-1 und III-2, insbesondere Verbindungen der Formel III-1.

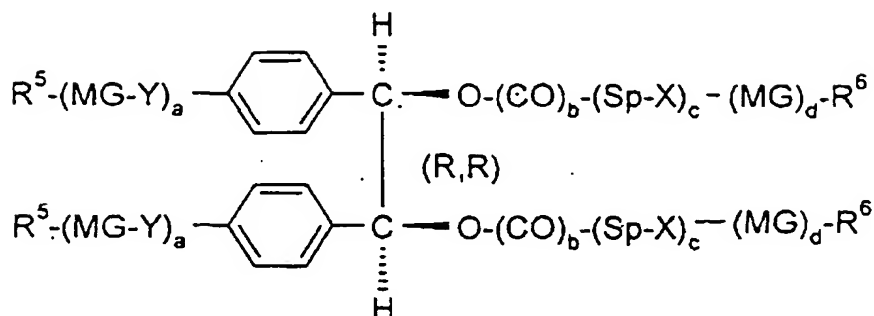
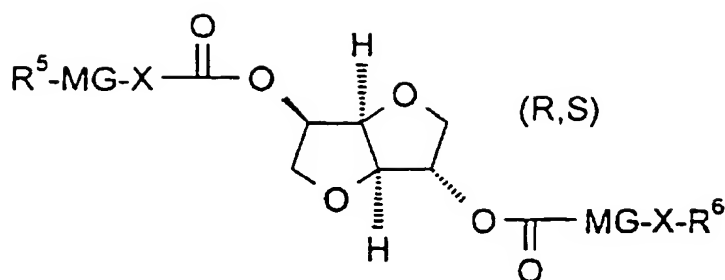
Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung betreffen Wirtsmischungen, die enthalten:

- 45
- eine bis fünf Verbindungen der Formel Ia, eine bis vier Verbindungen der Formel Ib, eine bis drei Verbindungen der Formel IIa und eine bis drei Verbindungen der Formel III-1.
  - 10 bis 70 Gew.-%, vorzugsweise 25 bis 55 Gew.-%, einer oder mehrerer Verbindungen der Formel Ia.
  - 5 bis 45 Gew.-%, vorzugsweise 10 bis 35 Gew.-%, einer oder mehrerer Verbindungen der Formel Ib.
  - 5 bis 35 Gew.-%, vorzugsweise 8 bis 25 Gew.-%, einer oder mehrerer Verbindungen der Formel II.
- 50
- 2 bis 30 Gew.-%, vorzugsweise 2 bis 15 Gew.-%, einer oder mehrerer Verbindungen der Formel III-1.

Besonders bevorzugt enthalten die thermochromen Medien eine oder mehrere Verbindungen mit großem  $\Delta n$ , da diese gemäß obiger Gleichung (2) besonders kräftige Reflexionsfarben ergeben. Besonders bevorzugte Verbindungen mit großem  $\Delta n$  sind flüssigkristalline oder mesogene Tolane und Terphenyle.

55 Das thermochrome flüssigkristalline Medium enthält vorzugsweise 1 bis 25 Gew.-%, insbesondere 2 bis 15 Gew.-% und besonders bevorzugt 3 bis 10 Gew.-%, einer optisch aktiven Komponente mit einem oder mehreren chiralen Dotierstoffen. Die optisch aktive Komponente enthält vorzugsweise einen bis fünf, insbesondere einen, zwei oder drei, chirale Dotierstoffe.

60 Die chiralen Dotierstoffe werden vorzugsweise unter Verbindungen mit einer großen HTP von mindestens  $20 \mu\text{m}^{-1}$  ausgewählt. Besonders bevorzugt werden die chiralen Dotierstoffe aus folgenden Formeln, die auch die nicht gezeigten (R,S)-, (S,R)-, (R,R)- und (S,S)-Enantiomere einschließen, ausgewählt:



worin

R<sup>5</sup> und R<sup>6</sup> unabhängig voneinander einen geradkettigen oder verzweigten, gegebenenfalls ein- oder mehrfach durch Halogen oder CN substituierten Alkylrest mit bis zu 25 C-Atomen bedeuten, wobei eine oder mehrere nicht benachbarte CH<sub>2</sub>-Gruppen auch jeweils unabhängig voneinander durch -O-, -S-, -NH-, -N(CH<sub>3</sub>)-, -CO-, -COO-, -OCO-, -OCO-O-, -S-CO-, -CO-S- oder -C≡C- so ersetzt sein können, daß Sauerstoffatome nicht direkt miteinander verknüpft sind, oder R<sup>5</sup> im Fall von Formel V auch H bedeuten kann,

MG jeweils unabhängig voneinander eine mesogene Gruppe bedeutet,

X jeweils unabhängig voneinander -O-, -S-, -CO-, -COO-, -OCO-, -OCO-O-, -CO-NH-, -NH-CO-, -OCH<sub>2</sub>-, -CH<sub>2</sub>O-, -SCR<sub>2</sub>-, -CH<sub>2</sub>S- oder eine Einfachbindung bedeutet,

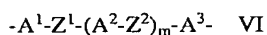
Y jeweils unabhängig voneinander -O-, -S-, -CO-, -COO-, -OCO-, -CO-NH-, -NH-CO-, -CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-, -OCH<sub>2</sub>-, -CH<sub>2</sub>O-, -SCR<sub>2</sub>-, -CH<sub>2</sub>S-, -CH=CH-, -CH=CH-COO-, -OCO-CH=CH-, -C≡C- oder eine Einfachbindung bedeutet,

Sp jeweils unabhängig voneinander eine Spacergruppe mit bis zu 20 C-Atomen bedeutet,

a, b, c und d jeweils unabhängig voneinander 0 oder 1 bedeuten, wobei a+d ungleich 0 ist.

Die Verbindungen der Formel IV und ihre Synthese werden in der WO 98/00428 beschrieben, deren vollständige Offenbarung durch Bezugnahme in die vorliegende Anmeldung aufgenommen ist. Die Verbindungen der Formel V und ihre Synthese werden in der GB 2,328,207 beschrieben, deren vollständige Offenbarung durch Bezugnahme in die vorliegende Anmeldung aufgenommen ist.

In den Formeln IV und V wird MG vorzugsweise aus Formel VI ausgewählt:



worin

Z<sup>1</sup> und Z<sup>2</sup> jeweils unabhängig voneinander -COO-, -OCO-, -CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-, -OCH<sub>2</sub>-, -CH<sub>2</sub>O-, -CH=CH-, -CH=CH-COO-, -OCO-CH=CH-, -C≡C- oder eine Einfachbindung bedeuten,

A<sup>1</sup>, A<sup>2</sup> und A<sup>3</sup> jeweils unabhängig voneinander 1,4-Phenylene bedeuten, wobei darüber hinaus eine oder mehrere CH-Gruppen durch N, 1,4-Cyclohexylen, worin darüber hinaus eine oder zwei nicht benachbarte CH<sub>2</sub>-Gruppen durch O und/oder S ersetzt sein können, 1,4-Cyclohexenylene, 1,4-Bicyclo(2,2,2)octylene, Piperidin-1,4-diyl, Naphthalin-2,6-diyl, Decahydronaphthalin-2,6-diyl oder 1,2,3,4-Tetrahydronaphthalin-2,6-diyl ersetzt sein können, wobei alle diese Gruppen gegebenenfalls ein- oder mehrfach mit F, Cl, OH, CN, NO<sub>2</sub> oder Alkyl-, Alkoxy- oder Alkanoylgruppen mit 1 bis 7 C-Atomen, worin ein oder mehrere H-Atome durch F oder Cl substituiert sein können, substituiert sein können, und m 0, 1 oder 2 bedeutet.

Eine kleinere Gruppe von bevorzugten mesogenen Gruppen MG ist nachstehend aufgeführt. Der Einfachheit halber steht in diesen Gruppen Phe für 1,4-Phenylene, PheL für eine durch 1 bis 4 Gruppen L substituierte 1,4-Phenylengruppe, wobei L F, Cl, CN, OH, NO<sub>2</sub> oder eine gegebenenfalls fluoridierte Alkyl-, Alkoxy- oder Alkanoylgruppe mit 1 bis 7 C-Atomen bedeutet, und Cyc für 1,4-Cyclohexylene. Die folgende Auflistung von bevorzugten mesogenen Gruppen umfaßt die Unterformeln VI-1 bis VI-24 sowie deren Spiegelbilder.

-Phe-Z-Phe- VI-1

-Phe-Z-Cyc- VI-2

- Cyc-Z-Cyc- VI-3
- PheL-Z-Phe- VI-4
- 5 -PheL-Z-Cyc- VI-5
- PheL-Z-PheL- VI-6
- 10 -Phe-Z-Phe-Z-Phe- VI-7
- Phe-Z-Phe-Z-Cyc- VI-8
- Phe-Z-Cyc-Z-Phe- VI-9
- 15 -Cyc-Z-Phe-Z-Cyc- VI-10
- Phe-Z-Cyc-Z-Cyc- VI-11
- 20 -Cyc-Z-Cyc-Z-Cyc- VI-12
- Phe-Z-Phe-Z-PheL- VI-13
- Phe-Z-PheL-Z-Phe- VI-14
- 25 -PheL-Z-Phe-Z-Phe- VI-15
- PheL-Z-Phe-Z-PheL- VI-16
- 30 -PheL-Z-PheL-Z-Phe- VI-17
- PheL-Z-PheL-Z-PheL- VI-18
- Phe-Z-PheL-Z-Cyc- VI-19
- 35 -Phe-Z-Cyc-Z-PheL- VI-20
- Cyc-Z-Phe-Z-PheL- VI-21
- 40 -PheL-Z-Cyc-Z-PheL- VI-22
- PheL-Z-PheL-Z-Cyc- VI-23
- PheL-Z-Cyc-Z-Cyc- VI-24
- 45 -Cyc-Z-PheL-Z-Cyc- VI-25

Besonders bevorzugt sind die Unterformeln VI-1, VI-2, VI-4, VI-6, VI-7, VI-8, VI-11, VI-13, VI-14, VI-15 und VI-16.

- 50 In diesen bevorzugten Gruppen besitzt Z jeweils unabhängig voneinander die bei Formel I für 21 angegebene Bedeutung. Vorzugsweise bedeutet Z -COO-, -OCO-, -CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-, -C≡C- oder eine Einfachbindung.

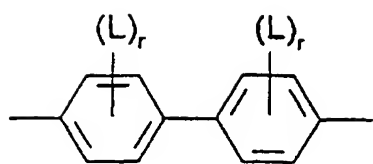
Besonders bevorzugt wird MG unter den folgenden Formeln und deren Spiegelbildern ausgewählt:

55

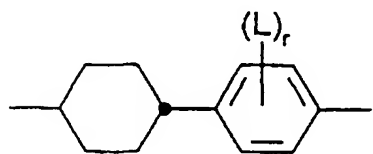
60

65

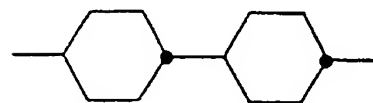




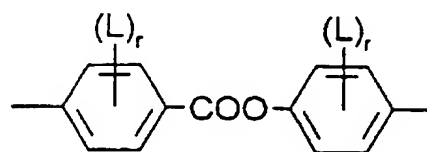
VIa



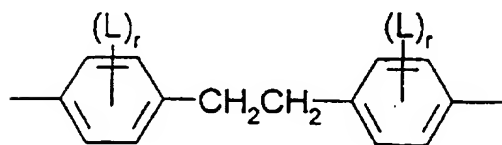
VIb



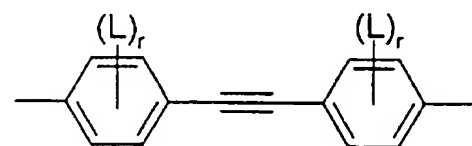
VIc



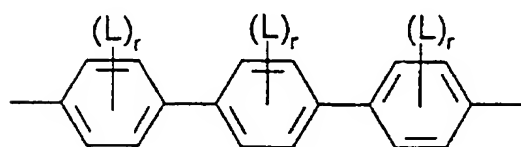
VIId



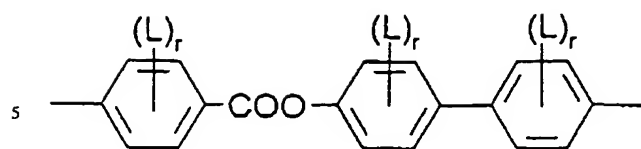
VIe



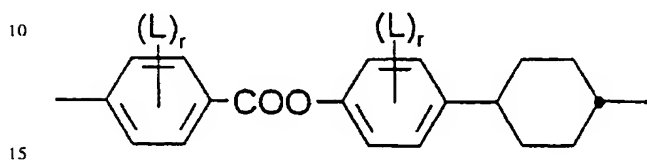
VIIf



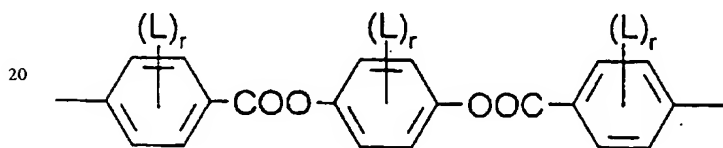
VIg



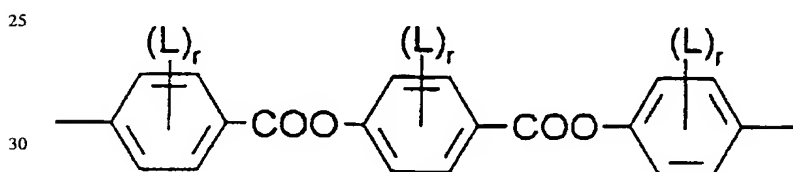
VIh



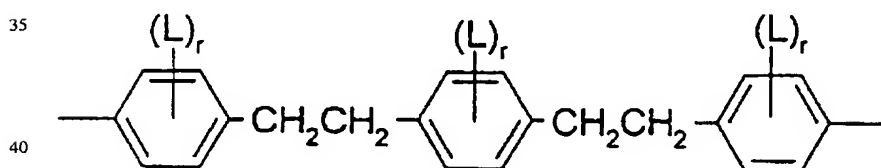
Vli



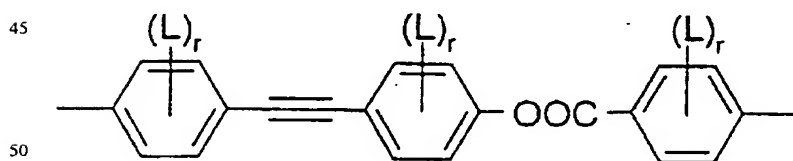
Vlk



Vlm

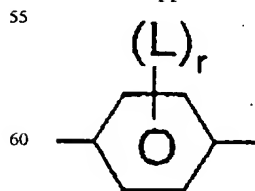


Vln

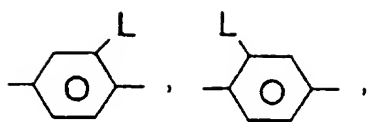


Vlo

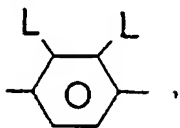
55 worin L die oben angegebene Bedeutung besitzt und r für 0, 1 oder 2 steht.  
Die Gruppe



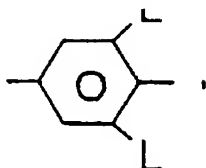
65 bedeutet in diesen bevorzugten Formeln besonders bevorzugt



oder



und auch



worin L jeweils unabhängig voneinander eine der oben angegebenen Bedeutungen besitzt.

Besonders bevorzugt sind die Unterformeln VI<sub>d</sub>, VI<sub>g</sub>, VI<sub>h</sub>, VI<sub>i</sub>, VI<sub>k</sub> und VI<sub>o</sub>, insbesondere die Unterformeln VI<sub>d</sub> und VI<sub>k</sub>.

L steht bevorzugt für F, Cl, CN, OH, NO<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, OCH<sub>3</sub>, OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, COCH<sub>3</sub>, COC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, COOCH<sub>3</sub>, COOC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, CF<sub>3</sub>, OCF<sub>3</sub>, OCHF<sub>2</sub>, OC<sub>2</sub>F<sub>5</sub>, insbesondere für F, Cl, CN, CH<sub>3</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, OCR<sub>3</sub>, COCH<sub>3</sub> und OCF<sub>3</sub>, ganz besonders bevorzugt für F, Cl, CH<sub>3</sub>, OCH<sub>3</sub> und COCH<sub>3</sub>.

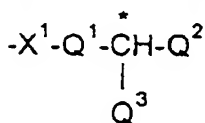
In Formel IV und V stehen R<sup>5</sup> und R<sup>6</sup> bevorzugt für F, Cl, CN, OCF<sub>3</sub> oder eine Alkyl- oder Alkoxygruppe mit 1 bis 12 C-Atomen.

Wenn a in Formel V für 0 steht, so bedeutet R<sup>5</sup> vorzugsweise H.

Falls R<sup>5</sup> und R<sup>6</sup> für einen Alkyl- oder Alkoxyrest, d. h. wo die endständige CH<sub>2</sub>-Gruppe durch -O- ersetzt ist, stehen, so kann dieser Rest geradkettig oder verzweigt sein. Er ist vorzugsweise geradkettig, weist 2, 3, 4, 5, 6, 7 oder 8 Kohlenstoffatome auf und bedeutet demgemäß vorzugsweise Ethyl, Propyl, Butyl, Pentyl, Hexyl, Heptyl, Octyl, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, Pentoxy, Hexoxy, Heptoxy oder Octoxy, ferner beispielsweise Methyl, Nonyl, Decyl, Undecyl, Dodecyl, Tridecyl, Tetradecyl, Pentadecyl, Nonoxy, Decoxy, Undecyloxy, Dodecyloxy, Tridecyloxy oder Tetradecyloxy.

Oxaalkyl, d. h. wo eine CH<sub>2</sub>-Gruppe durch -O- ersetzt ist, bedeutet bevorzugt beispielsweise geradkettiges 2-Oxapropyl (= Methoxymethyl), 2-Oxabutyl (= Ethoxymethyl) oder 3-Oxabutyl (= 2-Methoxyethyl), 2-, 3- oder 4-Oxapentyl, 2-, 3-, 4- oder 5-Oxahexyl, 2-, 3-, 4-, 5- oder 6-Oxaheptyl, 2-, 3-, 4-, 5-, 6- oder 7-Oxaoctyl, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7- oder 8-Oxanonyl oder 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8- oder 9-Oxadecyl.

In den Verbindungen der Formel IV und V können R<sup>5</sup> und R<sup>6</sup> eine achirale oder eine chirale Gruppe bedeuten. Im Fall einer chiralen Gruppe werden sie bevorzugt gemäß der folgenden Formel VII ausgewählt:



VII

worin

X<sup>1</sup> -O-, -S-, -CO-, -COO-, -OCO-, -OCOO- oder eine Einfachbindung bedeutet,

Q<sup>1</sup> eine Alkyl- oder Alkylenoxygruppe mit 1 bis 10 C-Atomen oder eine Einfachbindung bedeutet,

Q<sup>2</sup> eine gegebenenfalls ein- oder mehrfach halogen- oder CN-substituierte Alkyl- oder Alkoxygruppe mit 1 bis 10 C-Atomen bedeutet, wobei eine oder mehrere nicht benachbarte CH<sub>2</sub>-Gruppen auch jeweils unabhängig voneinander durch -C≡C-, -O-, -S-, -NH-, -N(CH<sub>3</sub>)-, -CO-, -COO-, -OCO-, -OCO-O-, -S-CO- oder -CO-S- so ersetzt sein können, daß Sauerstoffatome nicht direkt miteinander verknüpft sind, und

Q<sup>3</sup> Halogen, eine Cyanogruppe oder eine von verschiedene Alkyl- oder Alkoxygruppe mit 1 bis 4 C-Atomen bedeutet.

Für den Fall, daß Q<sup>1</sup> in Formel VII für eine Alkylenoxygruppe steht, ist das O-Atom vorzugsweise dem chiralen C-Atom benachbart.

Bevorzugte chirale Gruppen R<sup>5</sup> und R<sup>6</sup> sind beispielsweise 2-Butyl (= 1-Methylpropyl), 2-Methylbutyl, 2-Methylpentyl, 3-Methylpentyl, 2-Ethylhexyl, 2-Propylpentyl, 2-Octyl, insbesondere 2-Methylbutyl, 2-Methylbutoxy, 2-Methylpentoxy, 3-Methylpentoxy, 2-Ethylhexoxy, 1-Methylhexoxy, 2-Octyloxy, 2-Oxa-3-methylbutyl, 3-Oxa-4-methylpentyl, 4-Methylhexyl, 2-Nonyl, 2-Decyl, 2-Dodecyl, 6-Methoxyoctoxy, 6-Methyloctoxy, 6-Methyloctanoyloxy, 5-Methylheptyloxycarbonyl, 2-Methylbutyryloxy, 3-Methylvaleryloxy, 4-Methylhexanoyloxy, 2-Chlorpropionyloxy, 2-Chlor-3-methylbutyryloxy, 2-Chlor-4-methylvaleryloxy, 2-Chlor-3-methylvaleryloxy, 2-Methyl-3-oxapentyl, 2-Methyl-3-oxahexyl, 1-Methoxypropyl-2-oxy, 1-Ethoxypropyl-2-oxy, 1-Propoxypropyl-2-oxy, 1-Butoxypropyl-2-oxy, 2-Fluorocetyloxy und 2-Fluordecyloxy.

Als Spacergruppe Sp in Formel V kommen alle Gruppen in Betracht, die dem Fachmann für diesen Zweck bekannt sind. Bei der Spacergruppe Sp handelt es sich bevorzugt um eine geradkettige oder verzweigte Alkylengruppe mit 1 bis 20 C-Atomen, insbesondere 1 bis 12 C-Atomen, wobei eine oder mehrere nicht benachbarte CH<sub>2</sub>-Gruppen auch durch

5 -O-, -S-, -NH-, -N(CH<sub>3</sub>)-, -CO-, -O-CO-, -S-CO-, -O-COO-, -CO-S-, -CO-O-, -CH(Halogen)-, -CH(CN)-, -CH=CH- oder -C≡C- ersetzt sein können.

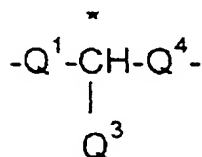
Typische Spacergruppen sind beispielsweise -(CH<sub>2</sub>)<sub>o</sub>-, -(CH<sub>2</sub>OH<sub>2</sub>O) p-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-, -CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-S-CH<sub>2</sub>OH<sub>2</sub>- oder -CH<sub>2</sub>OH<sub>2</sub>-NH-CH<sub>2</sub>OH<sub>2</sub>-, wobei o für eine ganze Zahl von 2 bis 12 und p für eine ganze Zahl von 1 bis 3 steht.

Bevorzugte Spacergruppen sind beispielsweise Ethylen, Propylen, Butylen, Pentylen, Hexylen, Heptylen, Octylen, Nonylen, Decylen, Undecylen, Dodecylen, Octadecylen, Ethylenoxyethylen, Methylenoxybutylen, Ethylthioethylen, 10 Ethylen-N-methyliminoethylen, 1-Methylalkylen, Ethenylen, Propenylen und Butenylen.

Besonders bevorzugt sind erfindungsgemäße Verbindungen der Formel V, in denen Sp eine Alkyl- oder Alkoxygruppe mit 2 bis 8 C-Atomen bedeutet. Besonders bevorzugt sind geradkettige Alkyl- oder Alkoxygruppen.

Nach einer anderen bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten die chiralen Verbindungen der Formel V mindestens eine Spacergruppe Sp, bei der es sich um eine chirale Gruppe der Formel VIII handelt:

15



20

VIII

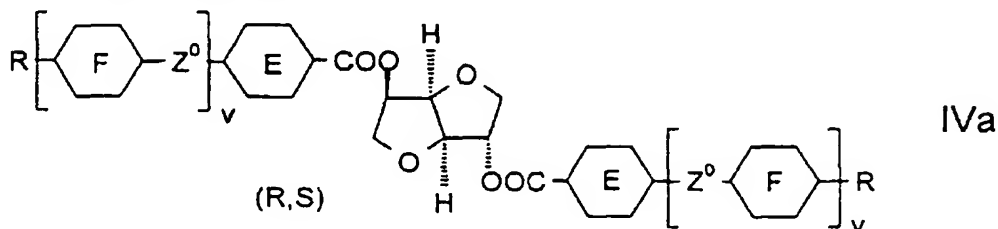
worin

Q<sup>1</sup> und Q<sup>3</sup> die bei Formel VII angegebenen Bedeutungen haben und

25 Q<sup>4</sup> eine Alkyl- oder Alkylenoxygruppe mit 1 bis 10 C-Atomen oder eine Einfachbindung bedeutet und von Q<sup>1</sup> verschieden ist.

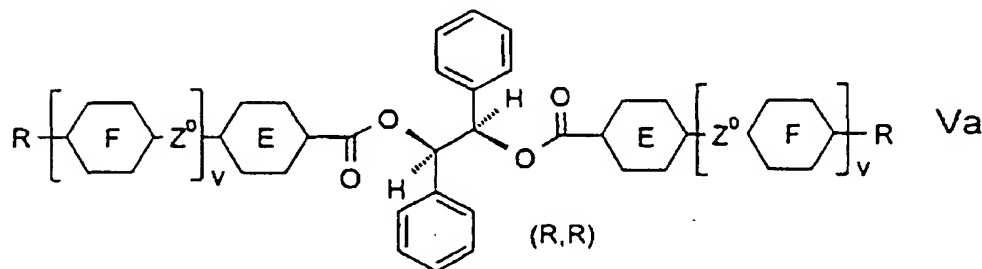
Besonders bevorzugt sind chirale Dotierstoffe, die unter den folgenden Formeln ausgewählt sind:

30



35

40



45

50

einschließlich der nicht gezeigten (R,S)-, (S,R)-, (R,R)- und (S,S)-Enantiomere, worin E und F jeweils unabhängig voneinander trans-1,4-Cyclohexylen oder gegebenenfalls mono- oder difluoriertes 1,4-Phenylen bedeuten, v 0 oder 1 bedeutet, Z<sup>0</sup> für -COO-, -OCO-, -CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>- oder eine Einfachbindung steht und R Alkyl, Alkoxy oder Alkylcarbonyl, Alkoxycarbonyl oder Alkoxycarbonyloxy mit 1 bis 12 C-Atomen bedeutet.

55 Die obigen chiralen Verbindungen der Formel IV und V zeichnen sich durch eine sehr große Verdrillungskraft (HTP) aus und eignen sich daher besonders gut für den Zweck der vorliegenden Erfindung.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält das thermochrome Medium neben den chiralen Dotierstoffen mit großer HTP einen oder mehrere übliche chirale Dotierstoffe, wie beispielsweise die im Handel erhältlichen Produkte S 1011, R 811 oder CB 15 (von Merck KGaA, Darmstadt) zur Feineinstellung des durch die Dotierstoffe mit großer HTP erzielten Farbenspiels.

60

Das erfindungsgemäße thermochrome flüssigkristalline Medium kann in einem lichtdurchlässigen Polymermaterial mikroverkapselt werden. Die entstehenden diskreten, freien Mikrokapseln können beispielsweise als Aufschlämmung verwendet oder in einem Bindemittelsystem zu einer thermochromen Tinte oder Druckfarbe dispergiert werden. Man kann das erfindungsgemäße thermochrome Medium auch in Form von Mikrotröpfchen in einer kontinuierlichen transparenten Polymermatrix, wie beispielsweise einem PDLC-Film (PDLC = polymer dispersed liquid crystal) oder einem NCAP-Film (NCAP = nematic curvilinear aligned phase), einbetten.

65

Die obigen Verkapselungsverfahren sind dem Fachmann bekannt und werden im Stand der Technik beschrieben. Geeignete Verkapselungsverfahren werden beispielsweise in US 3,585,381, US 4,435,047, US 4,688,900, US 5,202,063,

EP 0 571 550, DE 40 17 212, DE 41 40 151, EP 0 564 959 und GB 2 280 681 beschrieben, deren vollständige Offenbarungen durch Bezugnahme in die vorliegende Anmeldung aufgenommen sind.

Die erfindungsgemäßen thermochromen Medien und thermochromen Tinten oder Druckfarben können in unterschiedlichsten Anwendungsbereichen eingesetzt werden, wie zum Beispiel in Pigmenten, Tinten, Druckfarben oder Farben für dekorative Anwendungen, in der Kosmetik, in thermodiagnostischen Anwendungen wie medizinischer Thermographie, in der Thermometrie, in optischen und elektrooptischen Anwendungen und in Sicherheitsanwendungen und -vorrichtungen.

Ein erfindungsgemäßes thermochromes Medium oder eine erfindungsgemäße thermochrome Tinte oder Druckfarbe kann beispielsweise in der Thermometrie oder biomedizinischen Thermographie als diagnostisches Hilfsmittel, z. B. bei der Brustkrebserkennung oder der Plazentalokalisation, Anwendung finden.

Ein erfindungsgemäßes thermochromes Medium oder eine erfindungsgemäße thermochrome Tinte oder Druckfarbe kann auch zur Herstellung von Effektpigmenten für dekorative Anwendungen, kosmetische Anwendungen oder Sicherheitsanwendungen verwendet werden. Die Herstellung von thermochromen Pigmenten wird beispielsweise in WO 93/12195 und EP 0 357 844 beschrieben. Das Effektpigment kann als Farbmittel in Lackzusammensetzungen, Kunststoffzusammensetzungen, gefärbten Filterzusammensetzungen, gefärbten Glaszusammensetzungen, gefärbten Kosmetikzusammensetzungen, Druckfarbenzusammensetzungen und Kosmetikpräparaten wie z. B. Makeup oder Haarfärbemitteln eingesetzt werden.

Die erfindungsgemäßen thermochromen Medien und Tinten oder Druckfarben können auch zur Herstellung von elektrooptischen Anzeigen, wie beispielsweise PDLC-Anzeigen, oder optischen Elementen wie Farbfiltern oder Kerbpolarisatoren verwendet werden.

Besonders bevorzugt ist die Verwendung der erfindungsgemäßen thermochromen Medien und Tinten oder Druckfarben in Sicherheitsanwendungen und -vorrichtungen, wo sie beispielsweise bei einer Temperaturänderung aufgrund einer Farbänderung ein sichtbares Bild formen können oder einen irisierenden Farbeffekt zeigen, der durch Kopieren nicht gefälscht werden kann. So können die thermochromen Medien und Tinten oder Druckfarben als Sicherheitsmarkierung auf fälschungssicheren Sicherheitsdokumenten wie Kreditkarten, Ausweise, Banknoten usw. Anwendung finden, wo sie z. B. als dünne Schicht oder in Form eines Bilds oder Musters auf das Dokument aufgebracht sind und bei Temperaturänderung eine zugrundeliegende Nachricht oder Information auf dem Dokument preisgeben oder einen Farbeffekt zeigen, der z. B. durch Kopieren schwer zu fälschen ist.

Die Erfindung betrifft auch eine Sicherheitsmarkierung, enthaltend ein erfindungsgemäßes thermochromes Medium oder eine erfindungsgemäße thermochrome Tinte oder Druckfarbe, und ein Werdokument, wie eine Kreditkarte, einen Ausweis oder eine Banknote, mit einer derartigen Sicherheitsmarkierung.

Man kann in den obigen Anwendungen die erfindungsgemäßen Medien und Tinten oder Druckfarben auch mit üblichen Absorptionspigmenten, Farbstoffen oder anderen thermochromen oder photochromen Materialien kombinieren und zusätzliche dekorative Techniken oder Identifikationstechniken wie Hologramme oder geprägte Oberflächen anwenden.

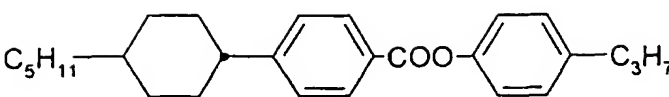
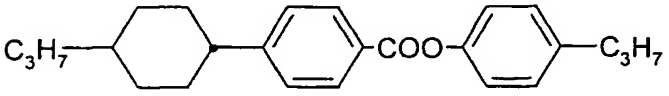
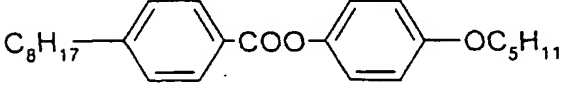
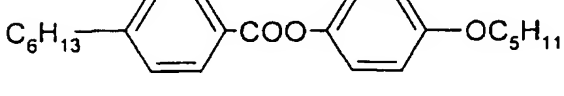
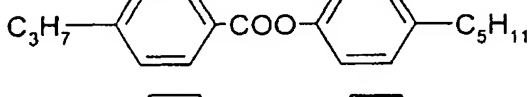
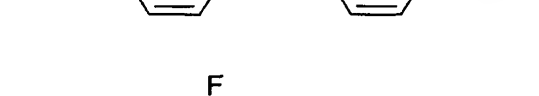
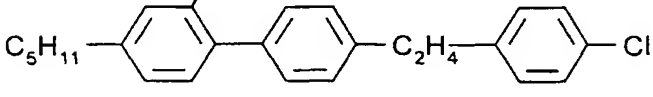
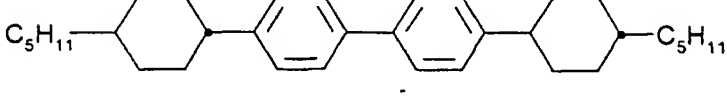
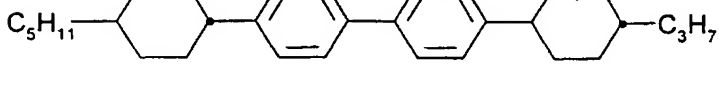
Auch ohne weitere Ausführungen wird davon ausgegangen, daß ein Fachmann mit Hilfe der obigen Beschreibung die vorliegende Erfindung im weitesten Umfang nutzen kann. Die nachfolgenden Beispiele sind daher lediglich als beispielhaft aufzufassen und sollen den Rest der Offenbarung in keiner Weise einschränken.

Sofern nicht anders vermerkt, sind im vorhergehenden und in den nachfolgenden Beispielen alle Temperaturen unkorrigiert in Grad Celsius angegeben und alle Teile und Prozente beziehen sich auf das Gewicht.

Zur Erläuterung des Verhaltens der Verbindungen in Bezug auf flüssigkristalline Phasen werden die folgenden Abkürzungen verwendet: K = kristallin; N = nematisch; S = smektisch; Ch = cholesterisch; I = isotrop. Die Zahlen zwischen den Symbolen geben die Phasenübergangstemperaturen in Grad Celsius an.

#### Beispiel 1

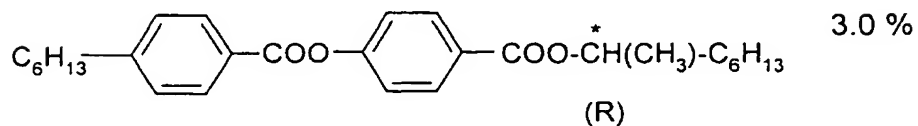
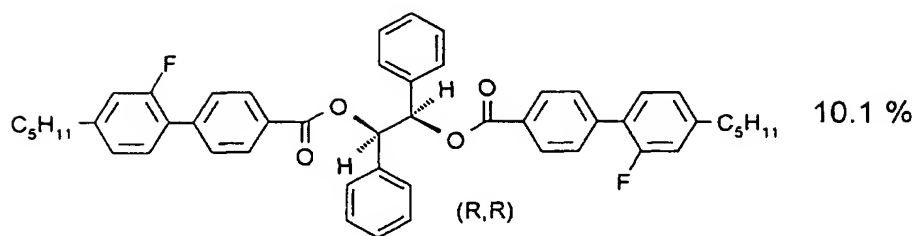
Es wurde die folgende thermochrome Flüssigkristallmischung formuliert:

5		11.3 %
10		7.0 %
15		13.0 %
20		13.0 %
25		8.7 %
30		13.0 %
35		
40		14.8 %
45		3.5 %
50		2.6 %

55

60

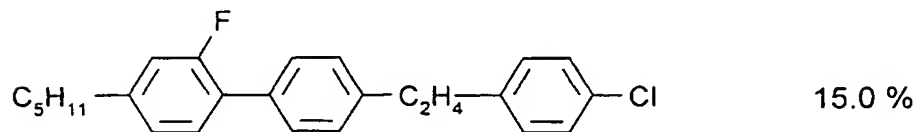
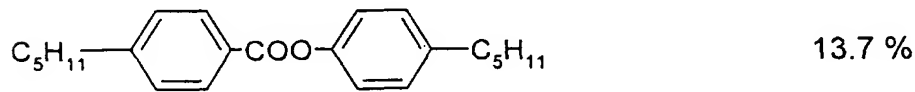
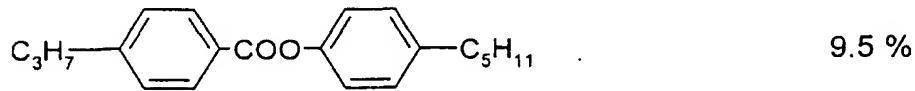
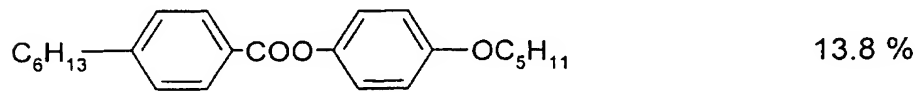
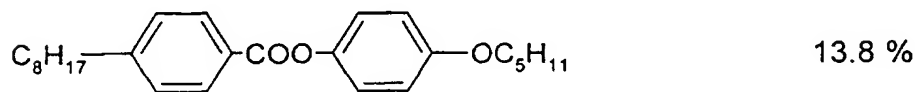
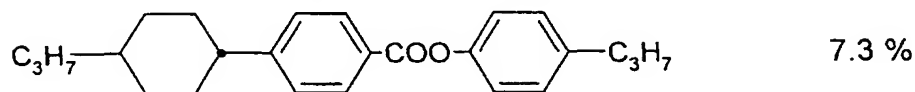
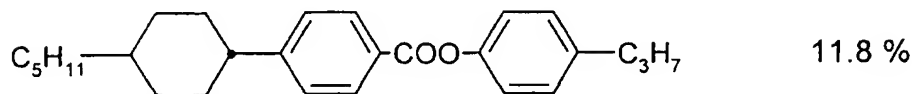
65

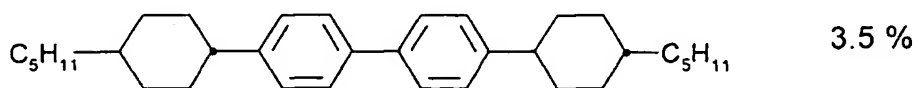


Das thermochrome Medium zeigt ein Farbenspiel der Reflexionsfarbe von rot (600 nm) bei 30°C über gelb und grün nach hellblau (480 nm) bei 40°C.

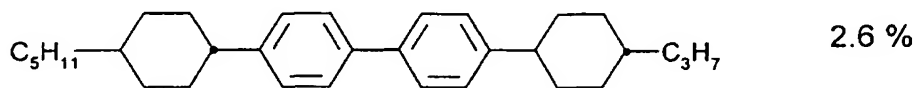
### Beispiel 2

Es wurde die folgende thermochrome Flüssigkristallmischung formuliert:



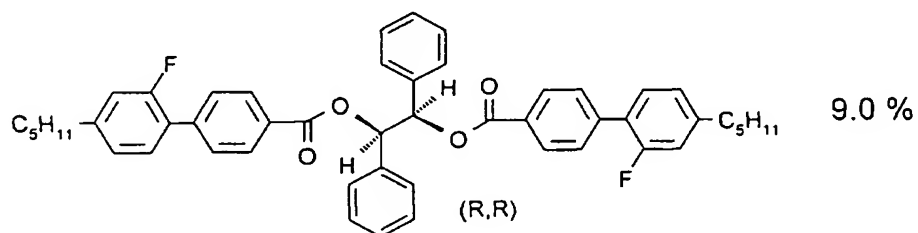


5



10

15



20

Das thermochrome Medium zeigt ein Farbenspiel der Reflexionsfarbe von rot (600 nm) bei 27°C über gelb und grün  
 nach hellblau (480 nm) bei 65°C.

25

### Beispiel 3

Es wurden die folgenden thermochromen Flüssigkristallmischungen formuliert:

30

35

40

45

50

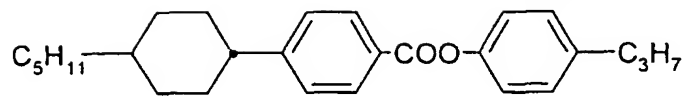
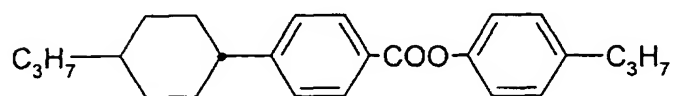
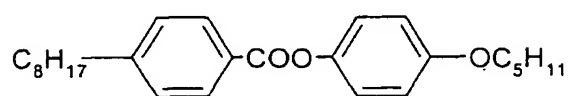
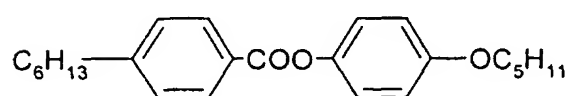
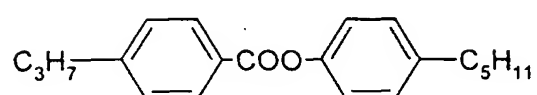
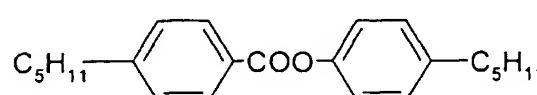
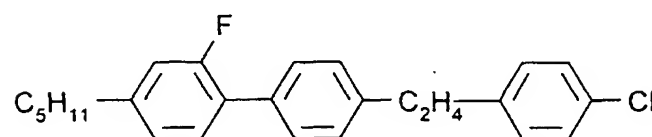
55

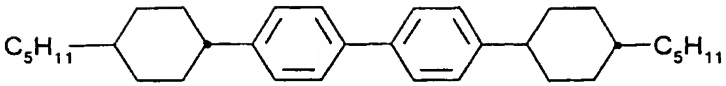
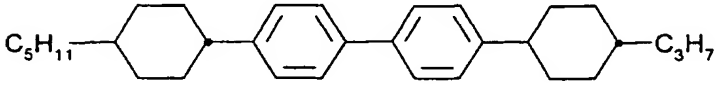
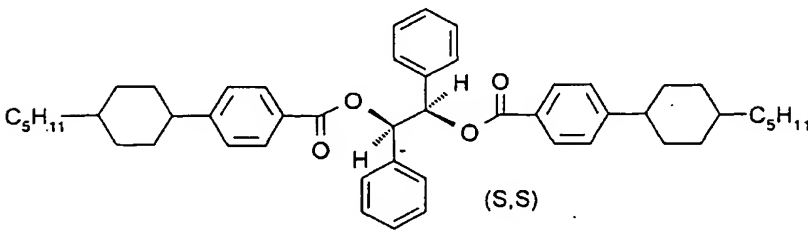
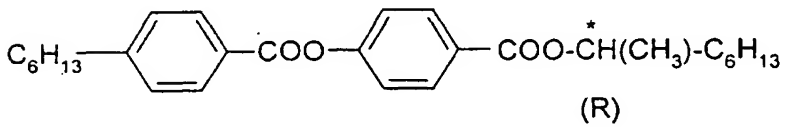
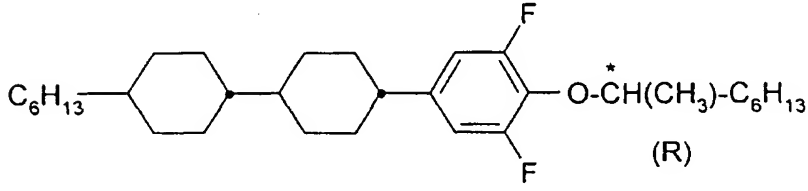
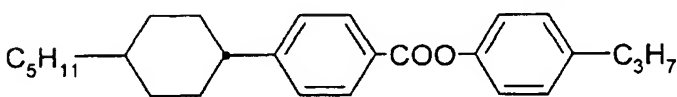
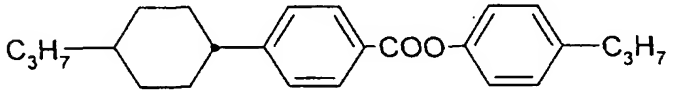
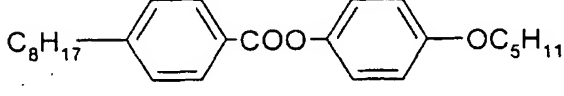
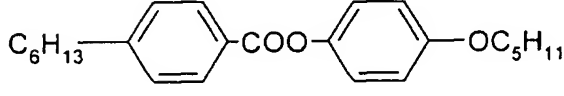
60

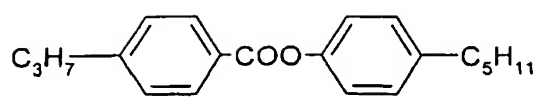
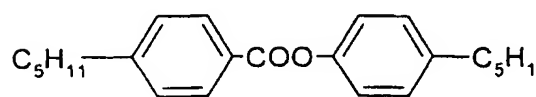
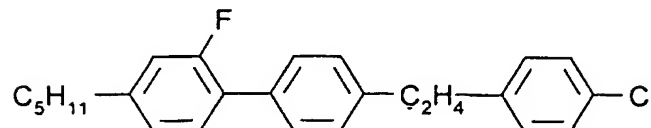
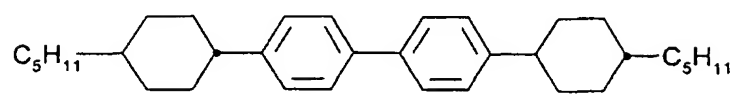
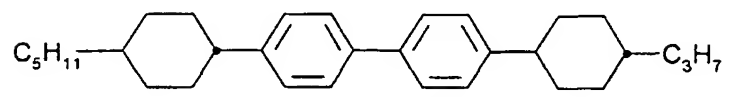
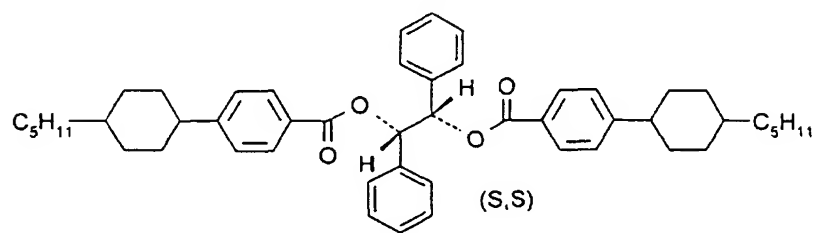
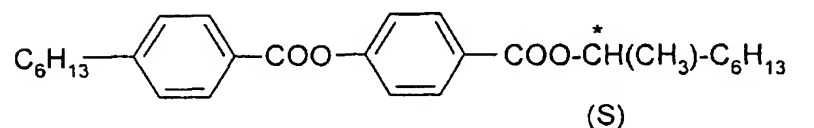
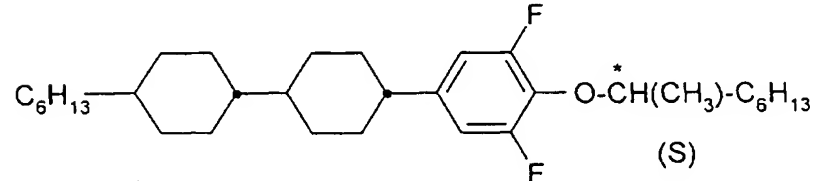
65



## Mischung 3a

	7.0 %	5
	3.0 %	10
	13.0 %	15
	13.0 %	20
	10.0 %	25
	25.0 %	30
	12.0 %	35
		40
		45
		50
		55
		60
		65

5		2.0 %
10		2.0 %
15		5.0 %
20		
25		2.75 %
30		
35		5.25 %
40		
	Mischung 3b	
45		7.0 %
50		3.0 %
55		13.0 %
60		13.0 %
65		

	10.0 %	5
	25.0 %	10
	12.0 %	15
	2.0 %	20
	2.0 %	25
	5.0 %	30
	2.75 %	35
	5.25 %	40

Beide thermochromen Medien 3a und 3b zeigen ein Farbenspiel der Reflexionsfarbe von rot (600 nm) bei 30°C über gelb und grün nach blau (480 nm) bei 40°C. Die Händigkeit des reflektierten zirkular polarisierten Lichtes ist für Mischung 3a und 3b verschieden.

Die vorhergehenden Beispiele können unter Verwendung der allgemein oder im einzelnen beschriebenen Reaktanden und/oder Verfahrensbedingungen der vorliegenden Erfindung anstelle der in den vorhergehenden Beispielen verwendeten Reaktanden und Bedingungen mit ähnlichem Erfolg wiederholt werden. Aus der vorhergehenden Beschreibung kann der Fachmann leicht die wesentlichen Kennzeichen der vorliegenden Erfindung bestimmen, wobei ihm zahlreiche Möglichkeiten für Änderungen und/oder Ergänzungen zu Gebote stehen, ohne daß er dabei den Grundgedanken der Erfindung verlassen müßte.

1. Thermochromes flüssigkristallines Medium, enthaltend eine flüssigkristalline Wirtsmischung und eine optisch aktive Komponente, **dadurch gekennzeichnet**, daß die flüssigkristalline Wirtsmischung eine Phasenübergangstemperatur smektisch-nematisch im Bereich von 0 bis 60°C aufweist und die optisch aktive Komponente mindestens einen chiralen Dotierstoff mit einer Verdrillungskraft- (Helical Twisting Power, HTP) von mindestens 20  $\mu\text{m}^{-1}$  enthält.

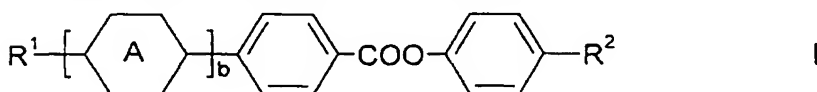
2. Thermochromes flüssigkristallines Medium nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dessen zentrale Wellenlänge der selektiven Reflexion nach Temperaturänderung über einen Bereich von höchstens 10°C eine Änderung von mindestens 120 nm zeigt.

3. Thermochromes flüssigkristallines Medium nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß dessen zentrale Wellenlänge der selektiven Reflexion nach Temperaturänderung über einen Bereich von mehr als 10°C eine Änderung von 120 nm zeigt.

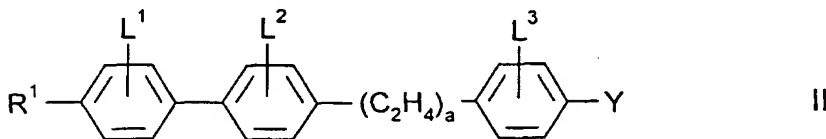
4. Thermochromes flüssigkristallines Medium nach mindestens einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die flüssigkristalline Wirtsmischung eine Phasenübergangstemperatur smektisch-nematisch im Bereich von 0 bis 40°C aufweist.

5. Thermochromes flüssigkristallines Medium nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die optisch aktive Komponente mindestens einen chiralen Dotierstoff mit einer HTP von mindestens 35  $\mu\text{m}^{-1}$  enthält.

6. Thermochromes flüssigkristallines Medium nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die flüssigkristalline Wirtsmischung eine oder mehrere Verbindungen der Formel I



und/oder eine oder mehrere Verbindungen der Formel II



worin

R<sup>1</sup> und R<sup>2</sup> jeweils unabhängig voneinander einen gegebenenfalls halogensubstituierten Alkylrest mit bis zu 15 C-Atomen bedeuten, wobei eine oder mehrere CH<sub>2</sub>-Gruppen auch jeweils unabhängig voneinander so durch -O-, -CH=CH-, -CO-, -CO-O- oder -O-CO- ersetzt sein können, daß Sauerstoffatome nicht direkt miteinander verknüpft sind,

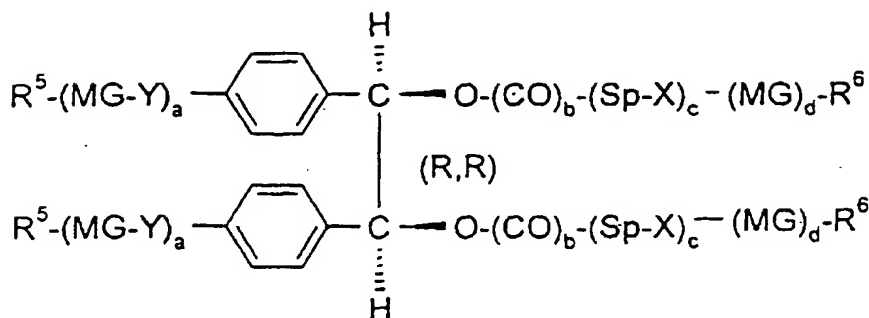
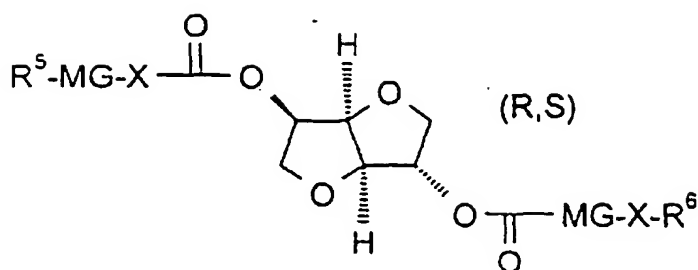
a, b 0 oder 1 bedeuten,

L<sup>1</sup>, L<sup>2</sup> und L<sup>3</sup> unabhängig voneinander H, F oder Cl bedeuten,

Y F, Cl oder CN bedeutet und

A trans-1,4-Cyclohexylen oder gegebenenfalls fluoriertes 1,4-Phenylen bedeutet, enthält.

7. Thermochromes flüssigkristallines Medium nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die optisch aktive Komponente mindestens einen chiralen Dotierstoff der folgenden Formeln, die auch die nicht gezeigten (R, S)-, (S, R)-, (R, R)- und (S, S)-Enantiomere umfassen, enthält:



worin

R<sup>5</sup> und R<sup>6</sup> unabhängig voneinander einen geradkettigen oder verzweigten, gegebenenfalls ein- oder mehrfach durch Halogen oder CN substituierten Alkylrest mit bis zu 25 C-Atomen bedeuten, wobei eine oder mehrere nicht benachbarte CH<sub>2</sub>-Gruppen auch jeweils unabhängig voneinander durch -O-, -S-, -NH-, -N(CH<sub>3</sub>)-, -CO-, -COO-, -OCO-, -OCO-O-, -S-CO-, -CO-S- oder -C≡C- so ersetzt sein können, daß Sauerstoffatome nicht direkt miteinander verknüpft sind, oder R<sup>5</sup> im Fall von Formel V auch H bedeuten kann.

MG jeweils unabhängig voneinander eine mesogene Gruppe bedeutet, X jeweils unabhängig voneinander -O-, -S-, -CO-, -COO-, -OCO-, -OCO-NH-, -CO-NH-, -NH-CO-, -OCH<sub>2</sub>-, -CH<sub>2</sub>O-, -SCH<sub>2</sub>-, -CH<sub>2</sub>S- oder eine Einfachbindung bedeutet.

Y jeweils unabhängig voneinander -O-, -S-, -CO-, -COO-, -OCO-, -CO-NH-, -NH-CO-, -CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-, -OCH<sub>2</sub>-, -CH<sub>2</sub>O-, -SCH<sub>2</sub>-, -CH<sub>2</sub>S-, -CH=CH-, -CH=CH-COO-, -OCO-CH=CH-, -C≡C- oder eine Einfachbindung bedeutet,

Sp jeweils unabhängig voneinander eine Spacergruppe mit bis zu 20 C-Atomen bedeutet,

a, b, c und d 0 oder 1 bedeuten, wobei  $a+d$  ungleich 0 ist.

8. Thermochrome Tinte oder Druckfarbe, enthaltend ein thermochromes flüssigkristallines Medium nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7 verkapselt in einem lichtdurchlässigen polymeren Material.

9. Verwendung eines thermochromen flüssigkristallinen Mediums oder einer thermochromen Tinte oder Druckfarbe nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8 in dekorativen Anwendungen wie Pigmenten, Tinten, Druckfarben und Farben, in der Kosmetik, in thermodiagnostischen Anwendungen wie medizinischer Thermographie, in der Thermometrie, in optischen und elektrooptischen Anwendungen und in Sicherheitsanwendungen und -vorrichtungen.

10. Sicherheitsmarkierung oder -vorrichtung, enthaltend ein thermochromes flüssigkristallines Medium oder eine thermochrome Tinte oder Druckfarbe nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8.

11. Sicherheitsmarkierung oder -vorrichtung, enthaltend zwei thermochrome flüssigkristalline Medien oder zwei thermochrome Tinten oder Druckfarben nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, die sich in ihrer Chiralität unterscheiden.

12. **Wertdokument mit einer Sicherheitsmarkierung nach Anspruch 10 oder 11.**

- Leerseite -